



**HRVATSKI RADIOAMATERSKI SAVEZ**

**1**

# ZBIRKA

PRAKTIČNIH  
RADOVA

ZA PRIPREMU  
NATJECANJA  
MLADIH TEHNIČARA  
U PODRUČJU  
RADIOKOMUNIKACIJE

Jelena Tuksar mag.ing.  
mr.sc. Željko Ulip  
Stipe Predanić dipl.ing.

2023 g.



REPUBLIKA HRVATSKA  
Ministarstvo znanosti,  
obrazovanja i mladih



HRVATSKA ZAJEDNICA  
TEHNIČKE KULTURE





**Hrvatski radioamaterski savez**

**PRIRUČNIK PRAKTIČNIH RADOVA  
ZA PRIREMU NATJECANJA MLADIH TEHNIČARA  
U PODRUČJU RADIOKOMUNIKACIJE**

**1.**

Jelena Tuksar mag.ing.

mr.sc. Željko Ulip

Stipe Predanić dipl.ing.

**Zagreb 2023.**



**SADRŽAJ:**

	<b>stranica</b>
<b>1. Detektorski prijамnik amplitudno moduliranih signala s NF pojačalom</b>	<b>5</b>
<b>2. Detektorski prijамnik s tranzistorskim pojačalom</b>	<b>7</b>
<b>3. Detektorski prijамnik s titrajnim krugom</b>	<b>13</b>
<b>4. Kratkovalni amplitudno modulirani odašiljač</b>	<b>17</b>

## **Predgovor**

Priručnik praktičnih radova iz područja radiokomunikacija nastala je s ciljem da posluži kao koristan priručnik nastavnicima, učenicima i svim polaznicima radioamaterskih tečajeva koji žele produbiti svoje razumijevanje osnova iz područja politehnike i srodnih znanstveno-tehnoloških disciplina.

Praktični pristup sadržaju omogućuje korisnicima da kroz konkretne zadatke i eksperimente lakše usvoje temeljna znanja i vještine potrebne za razumijevanje i primjenu radiokomunikacijskih tehnologija. Nastavni sadržaji mogu se, ovisno o potrebama i razini predznanja, prilagoditi korisnicima, čime se potiče individualni pristup učenju i primjeni stečenih znanja u praksi.

Poseban naglasak stavljen je na mlade radioamatere, koji predstavljaju temelj i budućnost radioamaterizma. Njima treba pristupati s razumijevanjem njihovih interesa, mogućnosti i ambicija, kako bi kroz kreativnost, istraživanje i praktičan rad mogli u potpunosti razviti svoj potencijal.

Ovaj priručnik zamišljen je kao osnovna polazišna točka – otvoren sustav koji se može nadograđivati, dopunjavati i poboljšavati novim iskustvima, znanjima i tehnološkim dostignućima. Zahvaljujemo svima koji će svojim znanjem, zalaganjem i iskustvom pridonijeti njezinu daljnjem razvoju te tako olakšati i unaprijediti rad nastavnika, učenika i svih zaljubljenika u svijet radiokomunikacija.

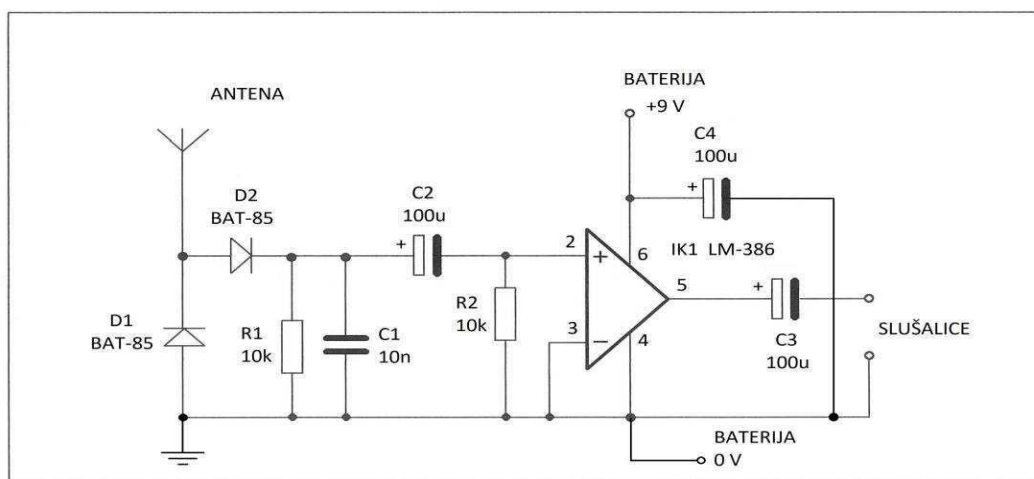
## **Autori**

## 1. DETEKTORSKI PRIJAMNIK AMPLITUDNO MODULIRANIH SIGNALA S NF POJAČALOM

Detektorski prijamnik amplitudno moduliranih signala s NF pojačalom namijenjen je za ispitivanje različitih vrsta odašiljača male snage, koje učenici mogu raditi u sklopu radionica ili natjecanja s tematikom radijskih komunikacija. Ovim prijamnikom mogu se slušati amplitudno modulirani signali u širokom frekvencijskom rasponu, s naglaskom na radioamatersko područje 3,5 MHz.

### OPIS ELEKTRONIČKOG SKLOPA

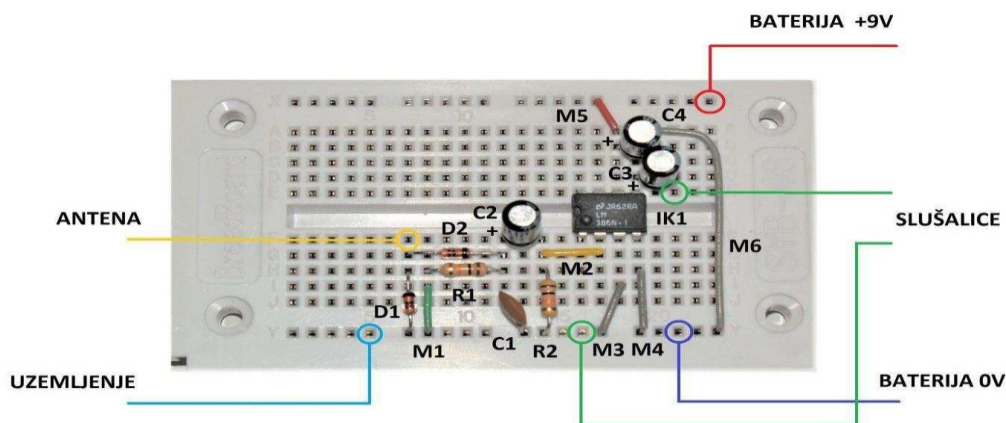
Na slici 1 prikazana je električka shema detektorskog prijamnika amplitudno moduliranih signala. Diode D1 i D2, te otpornik R1 i kondenzator C1 rade kao demodulator amplitudno moduliranih signala koji dolaze s antene. Niskofrekvencijski signal, koji se pojavljuje na otporniku R1, vodi se putem elektrolitskog kondenzatora C2 na ulaz integriranog sklopa IK1 (LM-386), koji radi kao NF pojačalo snage. Pojačani NF signal vodi se preko elektrolitskog kondenzatora C3 na slušalice. Slušalice mogu biti uobičajene s malom impedancijom (4 – 40  $\Omega$ ), kakve se koriste za mp3 reproduktore ili mobilne telefone. Elektrolitski kondenzator C4 služi filtriranju istosmjernog napona napajanja, kako bi se spriječila pojava nepoželjnog osciliranja NF pojačala snage.



Slika 1. Električka shema detektorskog prijamnika amplitudno moduliranih signala s NF pojačalom

### IZRADA ELEKTRONIČKOG SKLOPA

Elektronički sklop detektorskog prijamnika amplitudno moduliranih signala radi se na eksperimentalnoj pločici. Postavljanje elektroničkih elemenata prikazano je na slici 2. U tablici 1. dan je popis svih elektroničkih i spojnih elemenata ove tvorevine.



Slika 2. Raspored elektroničkih i spojnih elemenata na eksperimentalnoj pločici

Tablica 1. Popis elektroničkih i spojnih elemenata

Br.	OZNAKA	OPIS
1	R1	Otpornik 10 k $\Omega$
2	R2	Otpornik 10 k $\Omega$
3	C1	Kondenzator keramički 10 nF
4	C2	Kondenzator elektrolitski 100 $\mu$ F/16V
5	C3	Kondenzator elektrolitski 100 $\mu$ F/16V
6	C4	Kondenzator elektrolitski 100 $\mu$ F/16V
7	D1	Dioda BAT-85
8	D2	Dioda BAT-85
9	IK1	LM-386
10	M1-M6	Žica izolirana za spajanje
11	RAS	Eksperimentalna pločica
12		Priključak za bateriju

#### ISPITIVANJE RADA DETEKTORSKOG PRIJAMNIKA

Detektorski prijamnik amplitudno moduliranih signala projektiran je tako da nije potrebno njegovo ugađanje. Za ispitivanje rada potrebno je imati AM odašiljač male snage ili bilo koji radijski uređaj koji ima odašiljač za frekvencijsko područje 3,5 MHz s AM načinom rada.

Pokretanjem odašiljanja na amplitudno moduliranom odašiljaču male snage, u slušalicama priključenim na izlaz detektorskog prijamnika čut će se ton frekvencije oko 800 Hz. Ukoliko se za ispitivanje koristi radioamaterski radijski uređaj, tada se u slušalicama može čuti govor koji se odašilje.

Time je potvrđen ispravan rad detektorskog prijamnika amplitudno moduliranih signala.

## 2. DETEKTORSKI PRIJAMNIK S TRANZISTORSKIM POJAČALOM

### Zadatak:

Zadatak je s pomoću priložene tehničke dokumentacije od elektroničkih komponenti na eksperimentalnoj pločici izraditi detektorski prijamnik s tranzistorskim pojačalom.

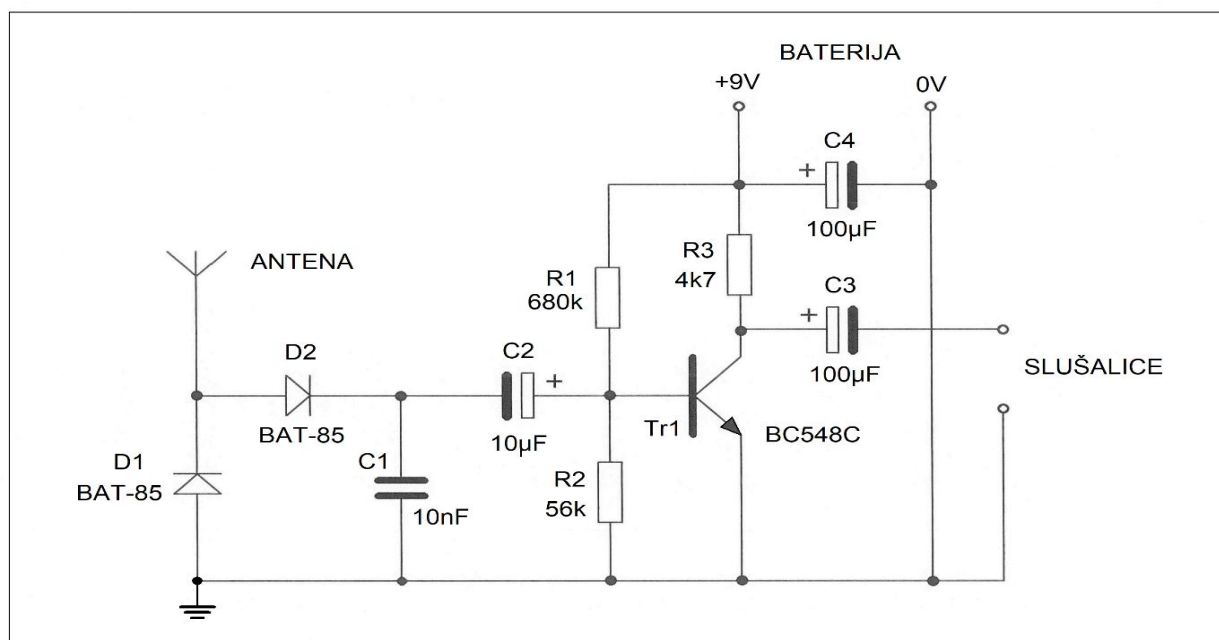
### Opis zadatka:

Jednostavan radijski prijamnik radi pomoću izmjenične struje visoke frekvencije (VF) koju radiovalovi induciraju (pobuđuju) u anteni. Radiovalovi su modulirani niskom frekvencijom, iz čega možemo zaključiti da je VF struja u anteni također modulirana. Potrebno je struju demodulirati, tj. dobiti niskofrekventnu (NF) struju kojom je izvedena modulacija VF struje. Niskofrekventnu struju, koja je vrlo male razine potrebno je pojačati NF pojačalom s tranzistorom kako bi se mogla čuti s pomoću niskoomskih slušalica.

### Modulacija

Od bežičnog prijenosa visokofrekventne struje nemamo neposredne koristi jer su te frekvencije nečujne za naše uho. Potrebno je bežično prenijeti i niskofrekventnu struju koja se može zatim pretvoriti u zvuk. Takav prijenos postiže se indirektno, postupkom koji se zove modulacija. Po tom postupku jačina VF struje nije uvijek jednaka već se mijenja u ritmu niske frekvencije. Zato u svakom radiodifuznom odašiljaču postoji dio koji se zove modulator. Njemu se istodobno dovodi i nemodulirana VF struja i NF struja, a iz njega izlazi modulirana VF struja. Modulacija gdje se modulira amplituda, i snaga VF titraja zove se amplitudna modulacija (AM). Amplituda je udaljenost između vrha i doline svakog titraja njegov „razmah“. VF titraji proizvode se u oscilatoru koji stabilno radi na točno propisanoj frekvenciji za svaki odašiljač. Na drugoj strani, NF struja iz mikrofona pojačava se u NF pojačalu. Obje te frekvencije, visoka i niska, dovode se u modulator iz kojega zatim izlazi modulirana VF struja. Ona se u izlaznom VF pojačalu snage (izlaznom stupnju) pojačava do potrebne snage i odvodi u antenu. Radiovalovi, koji se šire oko antene, sada mijenjaju svoju snagu u ritmu niske frekvencije, tako oni „nose sliku“ NF signala iz mikrofona. VF val se sada zove „val nosilac“. Tako upoznajemo prvu funkciju koju susrećemo u radiotehnici, a to je modulacija.

### Električna shema:



Slika 1. Električna shema detektorskog prijamnika s tranzistorskim pojačalom

Na električnoj shemi na slici 1. prikazan je spoj jednostavnog prijavnika koji se sastoji od: dvije kristalne diode, keramičkog kondenzatora, tri elektrolitska kondenzatora, tri otpornika, tranzistora, slušalica, antene i uzemljenja. Dioda služe za demodulaciju moduliranog VF signala, pa se takav spoj zove demodulator. Svaki prijamnik mora imati demodulator. Prijamnik ćeš sastaviti na eksperimentalnoj pločici za elektroničke sklopove prema zadanoj shemi, slika 1. Raspored elektroničkih komponenti prikazan je na slici 6. Montažna shema jednostavnog detektorskog prijavnika s tranzistorskim pojačalom. Kada spojiš sve dijelove, priključi antenu, uzemljenje i slušalice. Na detektorskom prijamniku možeš čuti samo signale jačih lokalnih radio postaja koje koriste amplitudnu modulaciju. Ispitivanje rada detektorskog prijavnika s tranzistorskim pojačalom moguće je obaviti i pomoću malog AM odašiljača.

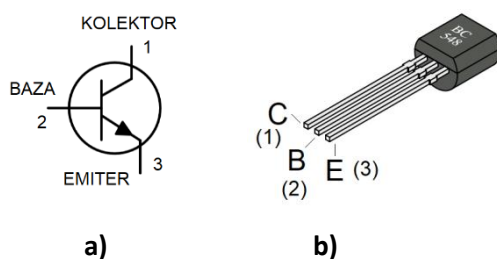
**Dioda** je elektronički element koji propušta struju u jednom smjeru. To je dakle električni jednosmjerni ventil. U detektorskom prijamniku upotrijebiti ćeš poluvodičku diodu tipa BAT- 85 ili sličnu.



Slika 2. Dioda BAT- 85, simbol i izgled

Dioda se sastoji od komadića kristala germanija ili silicija na koji se oslanja šiljak od volframa. To je tzv. točkasta dioda. Sve je to zataljeno u staklenu ili plastičnu cjevčicu duljine oko 1 cm s dva izvoda. Postoje i slojne poluvodičke diode. Takva dioda sastoji se od poluvodičkog sloja germanija (odnosno silicija) N - tipa i sloja germanija (odnosno silicija) P - tipa. Na mjestu njihova dodira dobiva se PN - sloj koji je bitan za rad diode. Germanij i silicij N - tipa imaju negativna električna svojstva, a germanij i silicij P - tipa imaju pozitivna električna svojstva. To se postiže dodavanjem minimalnih količina primjesa „nečistoće“ u germanij ili silicij npr. fosfora, arsena ili antimona za N - tip, odnosno bora, aluminiya, galija ili indija za P - tip poluvodiča. Sloj N - tipa u diodi zove se katoda, a sloj P - tipa anoda. Dioda propušta struju samo onda kad se na katodi nalazi negativni, a na anodi pozitivni pol napona. U suprotnom, dioda ne propušta električnu struju. U praktičnoj izvedbi crni prsten na diodi označava katodu.

**Tranzistor** je poluvodički elektronički element načinjen od tri sloja kristala (najčešće silicija). Može biti u kombinaciji poluvodiča tipa P-N-P ili N-P-N. Ima tri izvoda: emiter (E), bazu (B) i kolektor (C). Na slici 3.a) prikazan je simbol NPN tranzistora, a na slici 3.b) njegov izgled za slučaj kada je smješten u plastično kućište tipa TO-92 s označenim rasporedom izvoda za tranzistor oznake BC548C. Temeljno svojstvo tranzistora je mogućnost pojačanja struje. Male promjene struje u krugu baze uzrokuju znatno veće promjene struje u krugu kolektora. Omjer promjena tih struja je faktor strujnog pojačanja koji može imati vrijednost od nekoliko desetaka do nekoliko stotina. To svojstvo tranzistora omogućuje njegovu primjenu u gradnji niskofrekvencijskih i visokofrekvencijskih pojačala, oscilatora, elektroničkih sklopki i niza drugih specifičnih sklopova. Izrađuju se za vrlo male struje i napone, pa sve do velikih tranzistora za primjene u energetskej elektronici za upravljanje elektromotornih pogona, automatsku regulaciju i sl. Shodno načinu i mjestu primjene tranzistori se smještaju u različite tipove plastičnih i metalnih kućišta. Za primjenu kod većih snaga kućište je načinjeno tako da se tranzistor postavlja na metalni hladnjak radi boljeg odvođenja topline. U našem sklopu koristit će se NPN tranzistor oznake BC548C koji je smješten u plastično kućište.



Slika 3. NPN tranzistor BC548C a) simbol b) izgled

**Otpornik** je elektronički element koji ima sposobnost pružanja otpora toku električne struje. Ta sposobnost naziva se električkim otporom, a označava se mjernom jedinicom om ( $1\Omega$ ). U elektroničkoj praksi koriste se i oznake  $k\Omega$  (kilo om) u značenju  $1\ 000\ \Omega$ , te  $M\Omega$  (mega om) u značenju  $1\ 000\ k\Omega$ . Veličina otpora nekog otpornika na njemu je označena bojama prstena, pri čemu je svakoj boji pridijeljena brojčana vrijednost. Četvrti malo izdvojeni prsten najčešće zlatne boje, označava postotno rasipanje vrijednosti otpora (tolerancija). Postoji nekoliko vrsta otpornika s obzirom na tehnologiju za proizvodnju: ugljeni (najčešće korišteni u elektroničkim sklopovima), žičani, kompozitni, polupromjenjivi, promjenjivi i sl. Za izračunavanje vrijednosti otpora iz poznate vrijednosti napona napajanja i zahtijevane veličine struje, koristi se Ohmov zakon, kojeg se može matematički izraziti jednadžbom:

$$R = \frac{U}{I}$$

Gdje je **R** otpor izražen u omima, **U** je napon izvora izražen u voltima, a **I** struja izražena u amperima. Na primjer: uz napon izvora od  $12\ V$  i zahtijevanu struju od  $24\ mA$  iz gornje jednadžbe proizlazi da vrijednost otpora mora biti  $500\ \Omega$  ili  $0,5\ k\Omega$ .










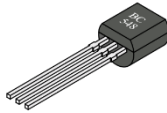
Slika 4. Otpornik

**Kondenzator** je elektronički element koji ima sposobnost uskladištenja električnog naboja. Ta sposobnost naziva se električkim kapacitetom, a označava se mjernom jedinicom farad ( $1F$ ). Zbog vrlo velikog električkog kapaciteta, u praksi se upotrebljava milijunti dio farada, a označava se s  $\mu F$  (mikro farad). U elektroničkom sklopu detektorskog prijavnika koristi se keramički kondenzator s oznakom mjerne jedinice  $nF$  (nano farad), što iznosi jedna tisućinka mikro farada. Keramički kondenzator označen s  $C1$ , koristi se za izgladivanje izmjeničnog niskofrekvencijskog napona, na način da će visokofrekvencijsku struju odvesti prema uzemljenju, a neće utjecati na niskofrekvencijsku struju, koja se šalje prema tranzistorskom pojačalu. Elektrolitski kondenzatori imaju znatno veći kapacitet od keramičkih, a u sklopu detektorskog prijavnika s tranzistorskim pojačalom koriste se za razdvajanje izmjeničnog i istosmjernog napona (kondenzator ne propušta istosmjernu struju).

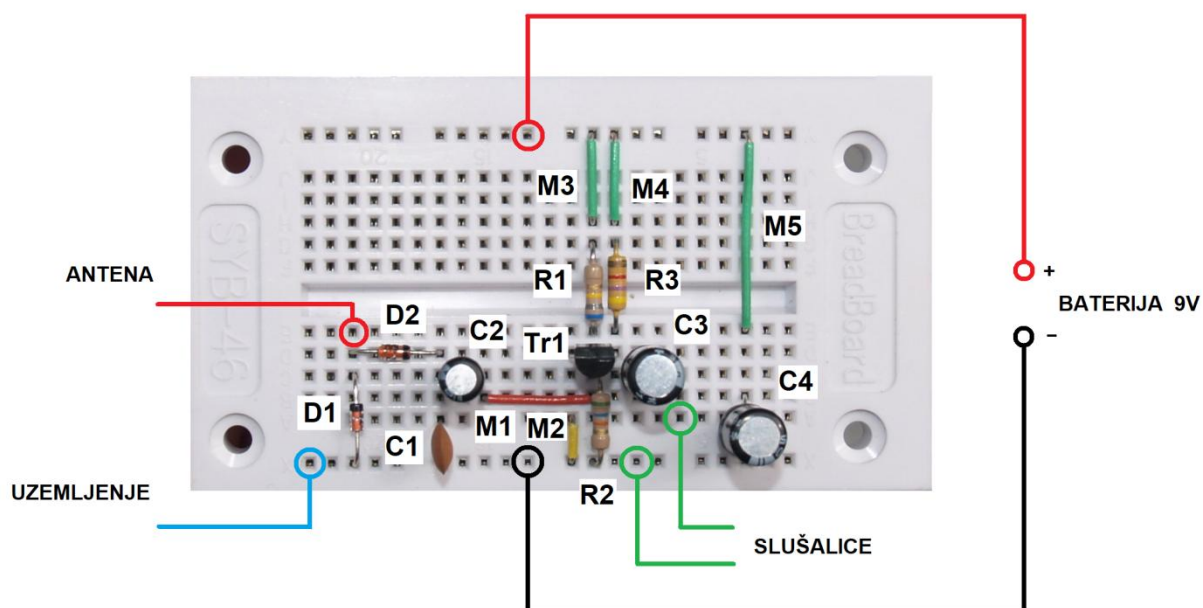


Slika 5. Kondenzator a) keramički b) elektrolitski

**Popis potrebnih elemenata:**

NAZIV	VRIJEDNOST	KOMADA	SLIKA
Utičnica za slušalice		1	
Slušalice	iznad 16 $\Omega$	1	
Keramički kondenzator	10 nF	1	
Elektrolitski kondenzator	10 $\mu$ F	1	
Elektrolitski kondenzator	100 $\mu$ F	2	
Dioda	BAT - 85	2	
Otpornik	680 k $\Omega$	1	
Otpornik	56 k $\Omega$	1	
Otpornik	4,7 k $\Omega$	1	
Tranzistor	BC548C	1	

**Montažna shema:**



**Slika 2. Montažna shema detektorskog prijmnika s tranzistorskim pojačalom**

## Upute za izradu:

RADNA OPERACIJA	RADNI POSTUPAK	PRIBOR I ALAT	UPUTA ZA RAD
1. Spajanje	Ubadanje dioda D1 i D2.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Diode namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2. <b>Pažnja!</b> Diode su polarizirane! Pazi na anodu i katodu.
2. Spajanje	Ubadanje keramičkog kondenzatora C1.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Keramički kondenzator C1 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2.
3. Spajanje	Ubadanje elektrolitskog kondenzatora C2.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Elektrolitski kondenzator C2 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2. <b>Pažnja!</b> Kondenzator je polariziran! Pazi na oznaku "-" na njemu.
4. Spajanje	Guljenje izolacije i ubadanje preosnice M1.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje, sjekača kliješta, pinceta, ravnalo i nožić.	Odsijeci jedan vodič na dužinu od 25 mm. Krajevima vodiča oguli izolaciju, a potom žicu svini i ubodi u pločicu kao na shemi slike 2.
5. Spajanje	Guljenje izolacije i ubadanje preosnice M2.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje, sjekača kliješta, pinceta, ravnalo i nožić.	Odsijeci jedan vodič na dužinu od 15 mm. Krajevima vodiča oguli izolaciju, a potom žicu svini i ubodi u pločicu kao na shemi slike 2.
6. Spajanje	Ubadanje tranzistora Tr1.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Tranzistor Tr1 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2., pazeći na njegovu orijentaciju i raspored nožica E, B i C.
7. Spajanje	Ubadanje otpornika R1.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Otpornik R1 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima prstene plave, sive, žute i zlatne boje.
8. Spajanje	Ubadanje otpornika R2.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Otpornik R2 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima prstene zelene, plave, narančaste i zlatne boje.
9. Spajanje	Ubadanje otpornika R3.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Otpornik R3 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima prstene žute, ljubičaste, crvene i zlatne boje.

<b>10. Spajanje</b>	Ubadanje kondenzatora C3.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Elektrolitski kondenzator C3 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2. <b>Pažnja!</b> Kondenzator je polariziran! Pazi na oznaku „-“ na njemu.
<b>11. Spajanje</b>	Ubadanje kondenzatora C4.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Elektrolitski kondenzator C4 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2. <b>Pažnja!</b> Kondenzator je polariziran! Pazi na oznaku „-“ na njemu.
<b>12. Spajanje</b>	Guljenje izolacije i ubadanje preosnica M3 i M4.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje, sjekača kliješta, pinceta, ravnalo i nožić.	Odsijeci dva vodiča, oba na dužinu od 20 mm. Krajevima vodiča oguli izolaciju, a potom žice svini i ubodi u pločicu kao na shemi slike 2.
<b>13. Spajanje</b>	Guljenje izolacije i ubadanje preosnice M5.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje, sjekača kliješta, pinceta, ravnalo i nožić.	Odsijeci vodič na dužinu od 35 mm. Krajevima vodiča oguli izolaciju, a potom žicu svini i ubodi u pločicu kao na shemi slike 2.
<b>14. Spajanje</b>	Ubadanje izvoda slušalica.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Izvode slušalica ubodi u rupice eksperimentalne pločice kako je vidljivo na montažnoj shemi slike 2.
<b>15. Probni rad</b>	Spajanje antene i uzemljenja.	Kompletan sklop.	Priključi vodič antene i vodič uzemljenje prema montažnoj shemi sa slike 2. Priključi slušalice u priključak prema montažnoj shemi sa slike 2.
<b>16. Eksperiment</b>		Kompletan sklop sa svim elementima, slušalicom, antenom i uzemljenjem.	Detektorski prijamnik radi ako je sve ispravno spojeno.

### 3. DETEKTORSKI PRIJAMNIK S TITRAJNIM KRUGOM

#### Zadatak:

Zadatak je s pomoću priložene tehničke dokumentacije od elektroničkih komponenti, na eksperimentalnoj pločici izraditi detektorski prijamnik s titrajnim krugom.

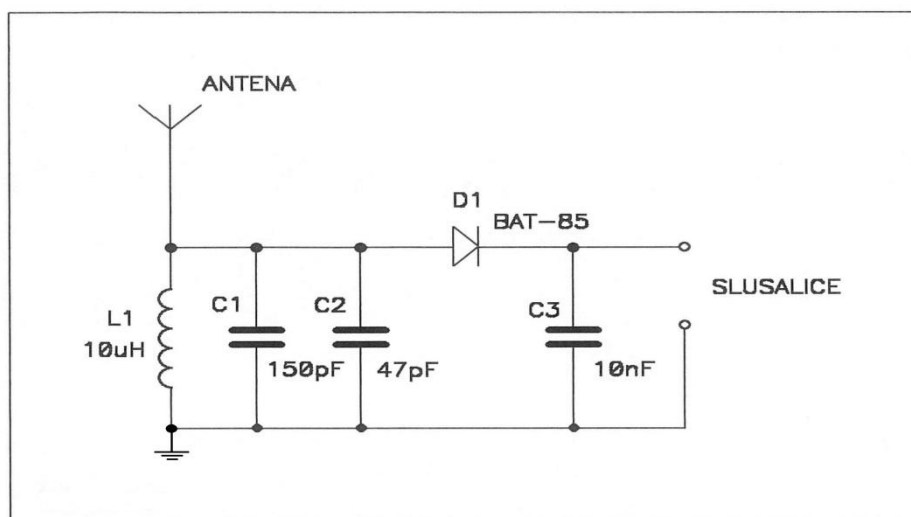
#### Opis zadatka:

Jednostavan radijski prijamnik radi pomoću izmjenične struje visoke frekvencije (VF) koju radiovalovi induciraju (pobuđuju) u anteni. Radiovalovi su modulirani niskom frekvencijom, iz čega možemo zaključiti da je VF struja u anteni također modulirana. Potrebno je struju demodulirati, tj. dobiti niskofrekventnu struju kojom je izvedena modulacija VF struje.

#### Modulacija

Od bežičnog prijenosa visokofrekventne struje nemamo neposredne koristi jer su te frekvencije nečujne za naše uho. Potrebno je bežično prenijeti i niskofrekventnu struju koja se može zatim pretvoriti u zvuk. Takav prijenos postiže se indirektno, postupkom koji se zove modulacija. Po tom postupku jačina VF struje nije uvijek jednaka već se mijenja u ritmu niske frekvencije. Zato u svakom radiodifuznom odašiljaču postoji dio koji se zove modulator. Njemu istodobno dovodi i nemoduliranu VF struju i NF struju, a iz njega izlazi modulirana VF struja. Modulacija gdje se modulira amplituda, i snaga VF titraja zove se amplitudna modulacija (AM). Amplituda je udaljenost između vrha i doline svakog titraja njegov „razmah“. VF titraji proizvode se u oscilatoru koji stabilno radi na točno propisanoj frekvenciji za svaki odašiljač. Na drugoj strani, NF struja iz mikrofona pojačava se u NF pojačalu. Obje te frekvencije, visoka i niska, dovode se u modulator iz kojega zatim izlazi modulirana VF struja. Ona se u izlaznom VF pojačalu snage (izlaznom stupnju) pojačava do potrebne snage i odvodi u antenu. Radiovalovi koji se šire oko antene sada mijenjaju svoju snagu u ritmu niske frekvencije, tako oni „nose sliku“ NF signala iz mikrofona. VF val se sada zove „val nosilac“. Tako upoznajemo prvu funkciju koju srećemo u radiotehnici, a to je modulacija.

#### Električna shema:



**Slika 1. Električna shema detektorskog prijamnika s titrajnim krugom**

Na električnoj shemi na slici 1. prikazan je spoj jednostavnog prijamnika koji se sastoji od: prigušnice L1, tri keramička kondenzatora, kristalne diode, slušalica, antene i uzemljenja. Dioda služi za demodulaciju moduliranog VF signala, pa se takav spoj zove demodulator. Svaki prijamnik mora imati demodulator. Prijamnik ćeš sastaviti na eksperimentalnoj pločici za elektroničke sklopove prema zadanoj shemi, slika 1. Raspored elektroničkih komponenti prikazan je na slici 5. Montažna shema jednostavnog detektorskog prijamnika s titrajnim krugom.

Kada spojiš sve dijelove, priključi antenu, uzemljenje i slušalice. Na detektorskom prijamniku možeš čuti samo signala jačih - lokalnih radio postaja koje koriste amplitudnu modulaciju.

**Dioda** je elektronički element koji propušta struju u jednom smjeru. To je dakle električni jednosmjerni ventil. U detektorskom prijamniku upotrijebiti ćeš poluvodičku diodu tipa BAT- 85 ili sličnu.



Slika 2. Dioda BAT- 85

Dioda se sastoji od komadića kristala germanija ili silicija na koji se oslanja šiljak od volframa. To je tzv. točkasta dioda. Sve je to zataljeno u staklenu ili plastičnu cjevčicu duljine oko 1 cm s dva izvoda. Postoje i slojne poluvodičke diode. Takva dioda sastoji se od poluvodičkog sloja germanija (odnosno silicija) N - tipa i sloja germanija (odnosno silicija) P - tipa. Na mjestu njihova dodira dobiva se PN - sloj koji je bitan za rad diode. Germanij i silicij N - tipa imaju negativna električna svojstva, a germanij i silicij P - tipa imaju pozitivna električna svojstva. To se postiže dodavanjem minimalnih količina primjese („nečistoće“) u germanij ili silicij npr. fosfora, arsena ili antimona za N - tip, odnosno bora, aluminiya, galija ili indija za P - tip poluvodiča. Sloj N - tipa u diodi zove se katoda, a sloj P - tipa anoda. Dioda propušta struju samo onda kad se na katodi nalazi negativni, a na anodi pozitivni pol napona. U suprotnom, dioda ne propušta električnu struju. U praktičnoj izvedbi prsten na diodi označava katodu.

**Prigušnica** ili zavojnica je elektronički element koji se sastoji od žice namotane na nekom tijelu. Prigušnica (zavojnica) ima električki induktivitet. Označava se mjernom jedinicom henri (1H). Zbog vrlo velikog električkog induktiviteta, u praksi se upotrebljava milijunti dio henrija, a označava se s  $\mu\text{H}$  (mikro henri). U elektroničkom sklopu detektorskog prijamnika koristi se prigušnica (zavojnica) označena s L1 induktiviteta veličine 10  $\mu\text{H}$ . Zajedno s kondenzatorima C1 i C2 čini titrajni krug.








Slika 3. Prigušnica

Keramički kondenzator je elektronički element koji ima sposobnost uskladištenja električnog naboja. Ta sposobnost naziva se električkim kapacitetom, a označava se mjernom jedinicom farad (1F). Zbog vrlo velikog električkog kapaciteta, u praksi se upotrebljava milijunti dio farada, a označava se s  $\mu\text{F}$  (mikro farad). U elektroničkom sklopu detektorskog prijamnika koristi se keramički kondenzator s oznakom mjerne jedinice nF (nano farad), što iznosi jedna tisućinka mikro farada. U istom sklopu koristi se keramički kondenzator s oznakom mjerne jedinice pF (piko farad), što je jedna tisućinka nano farada. Keramički kondenzatori koriste se u titrajnim krugovima, pri čemu veličina njihovog električkog kapaciteta određuje rezonantnu frekvenciju. Rezonantnu frekvenciju u elektroničkom sklopu detektorskog prijamnika određuje zbroj električkog kapaciteta keramičkih kondenzatora C1 i C2 i vrijednost električkog induktiviteta prigušnice (zavojnice) L1. Jednadžba za izračun rezonantne frekvencije je  $f = 1/2\pi \sqrt{LC}$ , gdje je oznaka L električki induktivitet prigušnice (zavojnice) izražen u mjernoj jedinici H (henri), a C električki kapacitet izražen u mjernoj jedinici F (farad). Keramički kondenzator označen s C3, koriste se za izgladivanje izmjeničnog niskofrekvencijskog napona.

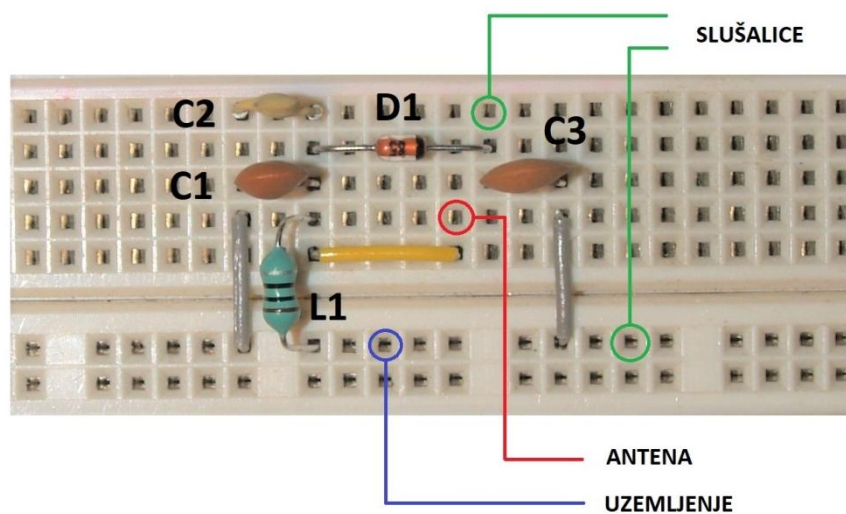


Slika 4. Keramički kondenzatori

Popis potrebnih elemenata:

Utičnica za slušalice		1	
Slušalice	iznad $1600 \Omega$	1	
Keramički kondenzator	10 nF	1	
Keramički kondenzator	47 pF	1	
Keramički kondenzator	150 pF	1	
Dioda	BAT - 85	1	
Prigušnica	10 $\mu$ H	1	
NAZIV	VRIJEDNOST	KOMADA	SLIKA

Montažna shema:



Slika 2. Montažna shema detektorskog prijmnika s titrajnim krugom

Upute za izradu:

RADNA OPERACIJA	RADNI POSTUPAK	PRIBOR I ALAT	UPUTA ZA RAD
1. Spajanje	Guljenje izolacije i ubadanje žute premosnice.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje, sjekača kliješta, pinceta, ravnalo i nožić.	Odsijeci jedan žuti vodič na dužinu od 25 mm. Krajevima vodiča oguli izolaciju, a potom žicu svini i ubodi u pločicu kao na shemi slike 2.
2. Spajanje	Ubadanje prigušnice.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Nožice prigušnice lagano ubodi u rupice eksperimentalne pločice kako je vidljivo na montažnoj shemi slike 2.
3. Spajanje	Ubadanje diode.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Diodu namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2. <b>Pažnja!</b> Dioda je polarizirana! Poštuj + i - .
4. Spajanje	Ubadanje kondenzatora C1.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Kondenzator C1 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2.
5. Spajanje	Ubadanje kondenzatora C2.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Kondenzator C2 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2.
6. Spajanje	Ubadanje kondenzatora C3.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Kondenzator C3 namjesti iznad rupica eksperimentalne pločice na ubadanje kako je vidljivo na slici 2.
7. Spajanje	Guljenje izolacije i ubadanje sivih premosnica.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje, sjekača kliješta, pinceta, ravnalo i nožić.	Odsijeci dva siva vodiča, oba na dužinu od 25 mm. Krajevima vodiča oguli izolaciju, a potom žice svini i ubodi u pločicu kao na shemi slike 2.
8. Spajanje	Ubadanje izvoda slušalica.	Univerzalna eksperimentalna pločica na ubadanje i pinceta.	Izvode slušalica ubodi u rupice eksperimentalne pločice kako je vidljivo na montažnoj shemi slike 2.
9. Probni rad	Spajanje antene.	Kompletan sklop.	Priključi vodič antene i vodič uzemljenje prema montažnoj shemi sa slike 5. Priključi slušalice u priključak prema montažnoj shemi sa slike 2.
10. Eksperiment	Spajanje.	Kompletan sklop sa svim elementima, slušalicom i antenom.	Detektorski prijamnik radi ako je sve ispravno spojeno.

## 4. KRATKOVALNI AMPLITUDNO MODULIRANI ODAŠILJAČ

### Zadatak:

Zadatak je s pomoću priložene tehničke dokumentacije od elektroničkih komponenti na tiskanoj pločici izraditi kratkovalni AM odašiljač, ugraditi ga u plastičnu kutiju i ispitati njegov rad.

### Opis zadatka:

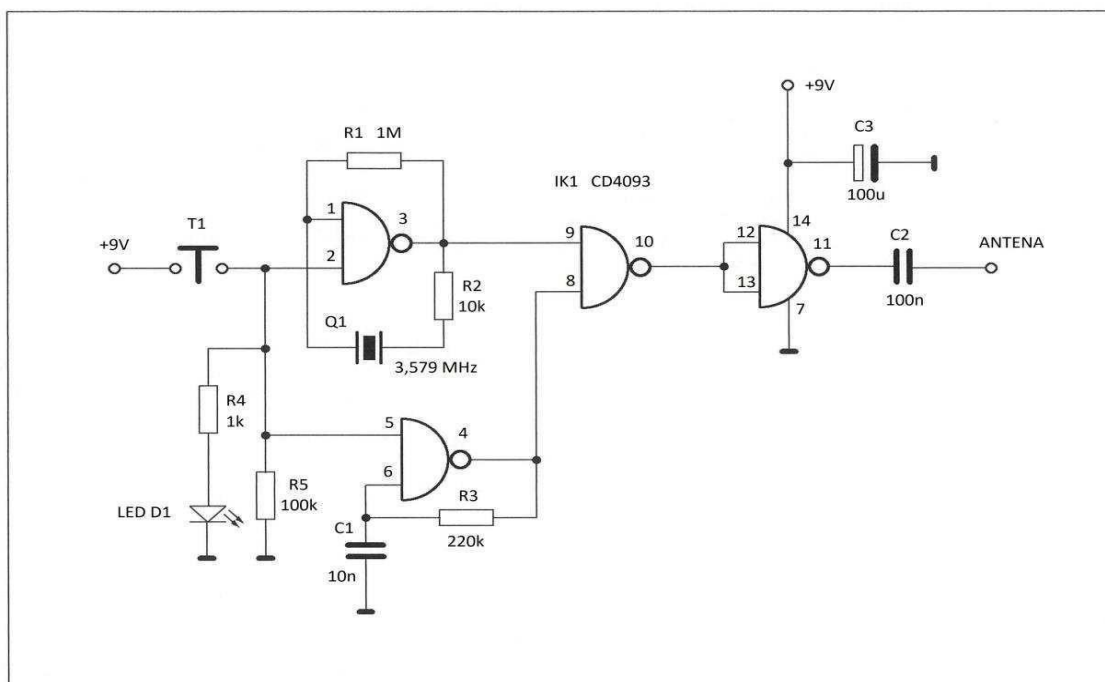
Jednostavan kratkovalni amplitudno modulirani odašiljač radi na način da jedan oscilator stvara izmjenični napon visoke frekvencije (VF), a drugi oscilator stvara napon niske frekvencije (NF). Napon visoke frekvencije modulira se naponom niske frekvencije u elektroničkom sklopu kojeg zovemo modulator, čime dobivamo amplitudno modulirani signal. Takav signal se privodi anteni, koja ga odašilje u prostor. VF signal ima frekvenciju 3,579 MHz, a NF signal ima frekvenciju 800 Hz. Odašiljanje AM signala pokreće se pritiskom na ugrađenu tipku, a to prati paljenje svjetla na ugrađenoj svjetlećoj diodi.

Amplitudno modulirani odašiljač male snage namijenjen je za ispitivanje različitih vrsta detektorskih prijamnika, koje učenici mogu raditi u sklopu radionica ili natjecanja s tematikom radijskih komunikacija. Ovim odašiljačem odašilje se amplitudno modulirani signal na kratkovalnom frekvencijskom području 3,5 MHz, s modulacijskim (tonskim) signalom frekvencije 800 Hz.

### Modulacija

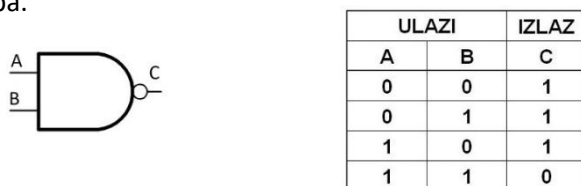
Od bežičnog prijenosa visokofrekventne struje nemamo neposredne koristi jer su te frekvencije nečujne za naše uho. Potrebno je bežično prenijeti i niskofrekventnu struju koja se može zatim pretvoriti u zvuk. Takav prijenos postiže se indirektno, postupkom koji se zove modulacija. Po tom postupku jačina VF struje nije uvijek jednaka već se mijenja u ritmu niske frekvencije. Zato u svakom radijskom odašiljaču postoji dio koji se zove modulator. Njemu se istodobno dovodi nedomulirani VF napon i NF napon, a iz njega izlazi modulirani VF napon. Modulacija gdje se modulira amplituda, i snaga VF titraja zove se amplitudna modulacija (AM). Amplituda je udaljenost između vrha i doline svakog titraja njegov „razmah“. VF titraji proizvode se u oscilatoru koji stabilno radi na točno propisanoj frekvenciji za svaki odašiljač. Na drugoj strani, NF struja iz mikrofona ili tonskog oscilatora pojačava se u NF pojačalu. Obje te frekvencije, visoka i niska, dovode se u modulator iz kojega zatim izlazi modulirani VF napon. Ona se u izlaznom VF pojačalu snage (izlaznom stupnju) pojačava do potrebne snage i odvodi u antenu. Radiovalovi, koji se šire oko antene, sada mijenjaju svoju snagu u ritmu niske frekvencije, tako oni „nose sliku“ NF signala iz mikrofona ili tonskog oscilatora. VF val se sada zove „val nosilac“. Tako upoznajemo prvu funkciju koju susrećemo u radiotehnici, a to je modulacija.

Na električnoj shemi na slici 1. prikazan je spoj jednostavnog amplitudno moduliranog kratkovalnog odašiljača, koji se sastoji od: integriranog kruga IK1 u podnožju, poliesternog kondenzatora C1, keramičkog kondenzatora C2, elektrolitskog kondenzatora C3, pet otpornika (R1 – R5), kristala kvarca Q1, svjetleće diode D1, tipke T1, baterije napona 9 V i žičane antene. Odašiljač ćeš sastaviti lemljenjem elektroničkih komponenti na tiskanoj pločici prema zadanoj shemi, slika 1. Raspored elektroničkih komponenti prikazan je na slici 8. Montažna shema jednostavnog kratkovalnog AM odašiljača. Kada zalemiš sve dijelove, pristupa se lemljenju žica, spajanju, antene, svjetleće diode, tipke i izvoda za bateriju, te postavljanju tiskane pločice u plastičnu kutiju. Ispitivanje rada kratkovalnog AM odašiljača može se provesti slušanjem signala kojeg on stvara, koristeći AM ili ARG prijamnik na frekvenciji 3,579 MHz.

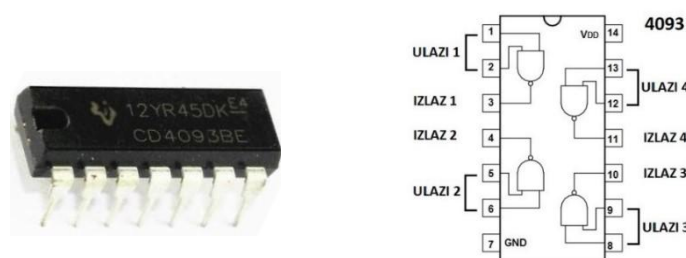


Slika 1. Električna shema amplitudno moduliranog odašiljača

**Integrirani krug CD4093** je elektronički element koji se sastoji od 4 logička NI (NAND) sklopa, a načinjen je u CMOS poluvodičkoj tehnologiji. Na slici 2.a prikazan je simbol logičkog NI sklopa. Ima dva ulaza A i B i izlaz C. Na slici 2.b prikazana je tablica logičkih stanja izlaza C u ovisnosti o kombinaciji stanja na ulazima A i B. Iz tablice se vidi da će na izlazu C logičko stanje biti uvijek 1 za sve kombinacije ulaznih stanja, osim u slučaju kad oba ulaza imaju logičko stanje 1, kada izlaz C postaje logičko 0. Kod elektroničkog sklopa kratkovalnog AM odašiljača kojeg radimo, logičko stanje 1 odgovara naponu +9 V, dok logičko stanje 0 odgovara naponu 0 V. Tako npr. ulazi logičkih sklopova na nožicama 2 i 5 preko otpornika R5 spojeni su na 0 V (logičko stanje 0), znači da je na njihovim izlazima na nožicama 3 i 4 stalno napon +9 V (logičko stanje 1). Kada se preko tipke T1 na ulaze na nožicama 2 i 5 dovede napon +9 V, ostvaruje se mogućnost promjene logičkog stanja na izlazima, čime započinje rad oscilatora koji stvaraju VF i NF napone na izlazima logičkog sklopa.

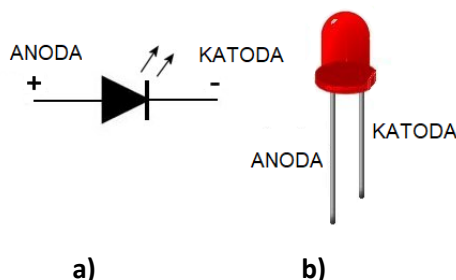


a) b)  
Slika 2. Logički NI sklop, a) simbol b) logička stanja



a) b)  
Slika 3. Integrirani krug CD4093, a) izgled b) raspored izvoda

**Svjetleća dioda (LED)** je poluvodički elektronički element koji svijetli dok postoji tok struje od anode prema katodi. Ovisno o vrsti poluvodiča od kojeg je svjetleća dioda načinjena, ona će svijetliti crvenom, zelenom, žutom ili plavom bojom. Danas se mješavinom poluvodičkog materijala može ostvariti i „bijelo“ svjetlo velikih jakosti.



**Slika 4. Svjetleća dioda (LED) a) simbol b) izgled**

**Otpornik** je elektronički element koji ima sposobnost pružanja otpora toku električne struje. Ta sposobnost naziva se električkim otporom, a označava se mjernom jedinicom om ( $1\Omega$ ). U elektroničkoj praksi koriste se i oznake k $\Omega$  (kilo om) u značenju 1 000  $\Omega$ , te M $\Omega$  (mega om) u značenju 1 000 k $\Omega$ . Veličina otpora nekog otpornika na njemu je označena bojama prstena, pri čemu je svakoj boji dodana brojčana vrijednost. Četvrti malo izdvojeni prsten najčešće zlatne boje, označava postotno rasipanje vrijednosti otpora (tolerancija). Postoji nekoliko vrsta otpornika s obzirom na tehnologiju za proizvodnju: ugljeni (najčešće korišteni u elektroničkim sklopovima), žičani, kompozitni, polupromjenjivi, promjenjivi i sl. Za izračunavanje vrijednosti otpora iz poznate vrijednosti napona napajanja i zahtijevane veličine struje, koristi se Ohmov zakon, kojeg se može matematički izraziti jednačinom:

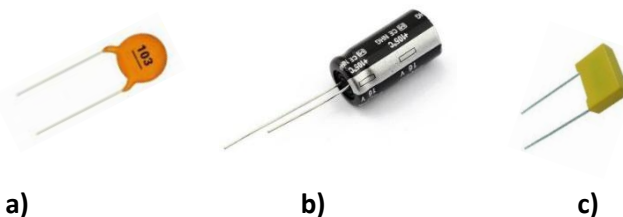
$$R = \frac{U}{I}$$

Gdje je **R** otpor izražen u omima, **U** je napon izvora izražen u voltima, a **I** struja izražena u amperima. Na primjer: uz napon izvora od 12 V i zahtijevanu struju od 24 mA iz gornje jednačine proizlazi da vrijednost otpora mora biti 500  $\Omega$  ili 0,5 k $\Omega$ .



**Slika 5. Otpornik**

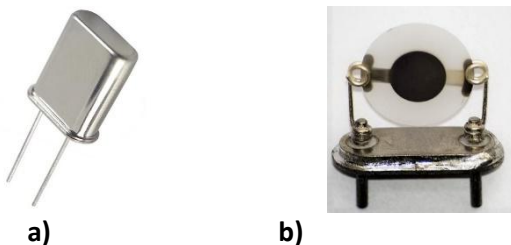
**Kondenzator** je elektronički element koji ima sposobnost uskladištenja električnog naboja. Ta sposobnost naziva se električkim kapacitetom, a označava se mjernom jedinicom farad (1F). Zbog vrlo velikog električnog kapaciteta, u praksi se upotrebljava milijunti dio farada, a označava se s  $\mu$ F (mikro farad). U elektroničkom sklopu AM odašiljača koristi se keramički kondenzator C2 s oznakom mjerne jedinice nF (nano farad), što iznosi jedna tisućinka mikro farada. Poliesterni kondenzator označen s C1, koristi se u sklopu za stvaranje NF napona. Elektrolitski kondenzatori imaju znatno veći kapacitet od keramičkih, a u sklopu AM odašiljača koristi se za filtriranje istosmjernog napona napajanja.



**Slika 6. Kondenzator a) keramički b) elektrolitski c) poliesterni**

**Kristal kvarca** u elektroničkoj tehnologiji je element kod kojeg se koristi piezoelektrični učinak. Na plohamo kristala kvarca, kad su izloženi mehaničkim poticajima, pojavljuje se električni napon, i obrnuto, kad se njemu privede napon, kristal promijeni oblik proporcionalno veličini napona. Ako je privedeni napon izmjeničan, kristal kvarca će titirati, osobito onda kad se podudaraju frekvencije izmjeničnog

napona i mehanička frekvencija kristala. Frekvencija kristala vrlo je točna, te se oni koriste u izradi stabilnih elektroničkih oscilatora. Kristal se brusi u oblik tanke kružne pločice, na koju se nanose vodljivi kontakti, a smješta se u metalno kućište. Pri izradi kratkovalnog AM odašiljača koristi se kristal kvarca koji ima rezonantnu frekvenciju 3,579 MHz. Oscilator načinjen s takvim kristalom kvarca davati će izmjenični visokofrekvencijski napon upravo te frekvencije.



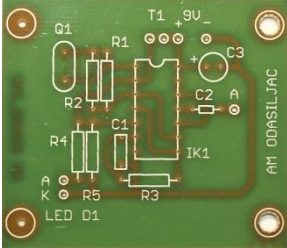


Slika 7. Kristal kvarca u metalnom kućištu a) izvana b) unutra

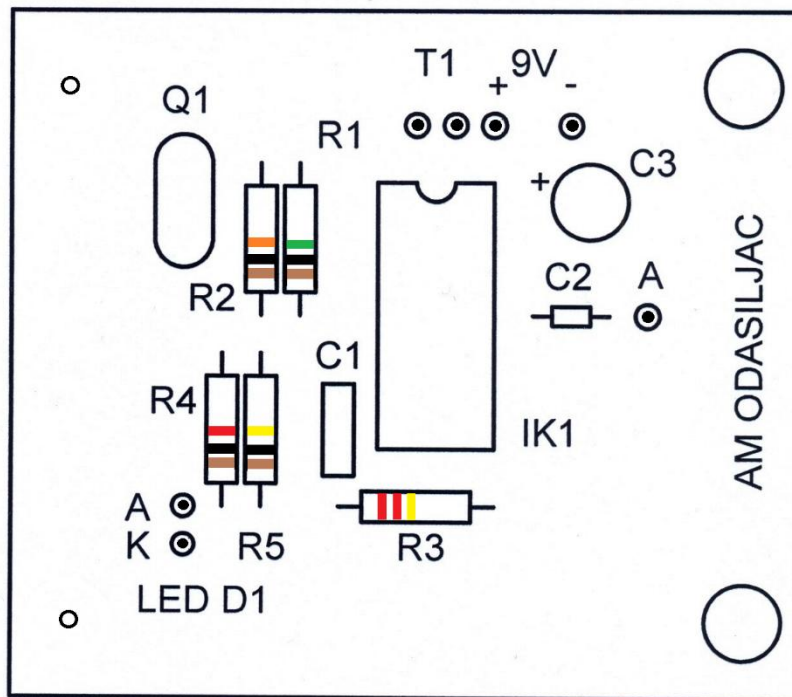
**Praktičan rad:**

**Popis potrebnih elemenata za postavljanje na tiskanu pločicu:**

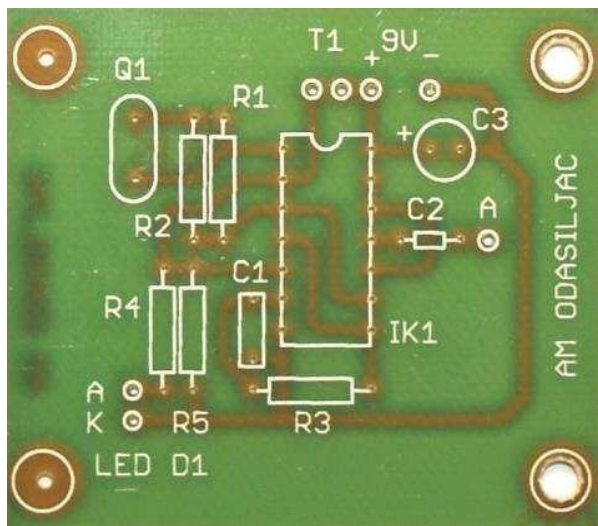
NAZIV	VRIJEDNOST	KOMADA	SLIKA
Integrirani krug	CD4093	1	
Keramički kondenzator	100 nF	1	
Poliesterni kondenzator	10 nF	1	
Elektrolitski kondenzator	100 μF	1	
Kristal kvarca	3,579 MHz	1	
Otpornik	1 MΩ	1	
Otpornik	220 kΩ	1	
Otpornik	100 kΩ	1	
Otpornik	10 kΩ	1	

Otpornik	1 kΩ	1	
Podnožje za integrirani krug		1	
Tiskana pločica		1	

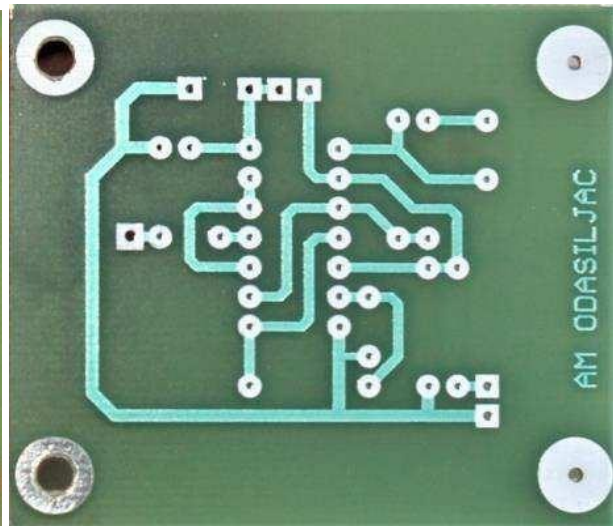
Montažna shema:



Slika 8. Montažna shema kratkovalnog AM odašiljača

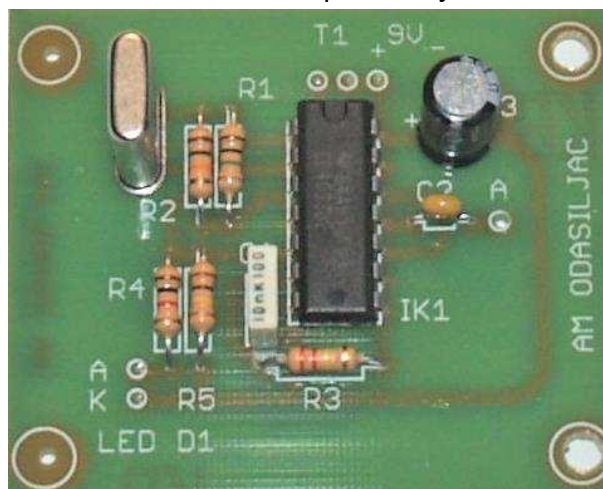


**Slika 9. Tiskana pločica elektroničkim elementima**



**Slika 10. Tiskana pločica strana s strana lemljenja**

Elektronički elementi postavljaju se na tiskanu pločicu redoslijedom prema visini elementa, tako da se oni najmanje visine postavljaju prvi. Kod sklopa AM odašiljača to znači da se na tiskanu pločicu prvo postavljaju otpornici, zatim integrirani krug IK1, kondenzatori, kristal kvarca Q1, te na kraju žičani izvodi za spajanje baterije i svjetleće diode D1. Izgled sastavljene tiskane pločice sa svim elektroničkim elementima prikazan je na slici 11.





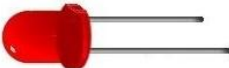




**Slika 11. Tiskana pločica s postavljenim elektroničkim elementima**

## Upute za izradu:

RADNA OPERACIJA	RADNI POSTUPAK	PRIBOR I ALAT	UPUTA ZA RAD
1. Spajanje	Postavljanje podnožja za integrirani krug.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta.	Podnožje za integrirani krug postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti sve izvode i višak odrezati sjekačim kliještima <b>Pažnja!</b> Paziti na orijentaciju podnožja za integrirani krug.
2. Spajanje	Postavljanje otpornika R1.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, pinceta.	Otpornik R1 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Otpornik na sebi ima prstene smeđe, crne, zelene i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
3. Spajanje	Postavljanje otpornika R2.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, pinceta.	Otpornik R2 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Otpornik na sebi ima prstene smeđe, crne, narančaste i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
4. Spajanje	Postavljanje otpornika R3.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, pinceta.	Otpornik R3 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Otpornik na sebi ima dva prstena crvene, žute i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
5. Spajanje	Postavljanje otpornika R4.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, pinceta.	Otpornik R4 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Otpornik na sebi ima prstene smeđe, crne, crvene i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
6. Spajanje	Postavljanje otpornika R5.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, pinceta.	Otpornik R5 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Otpornik na sebi ima prstene smeđe, crne, žute i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
7. Spajanje	Postavljanje poliesternog kondenzatora C1.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta.	Poliesterni kondenzator C1 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
8. Spajanje	Postavljanje keramičkog kondenzatora C2.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta.	Keramički kondenzator C2 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.

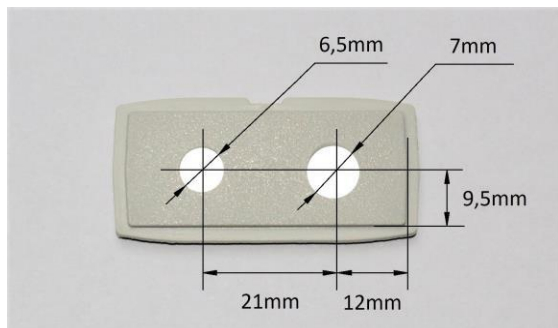
<b>9. Spajanje</b>	Postavljanje elektrolitskog kondenzatora C3.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta.	Elektrolitski kondenzator C3 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima. <b>Pažnja!</b> Kondenzator je polariziran! Pazi na oznaku "-" na njemu.
<b>10. Spajanje</b>	Postavljanje kristala kvarca Q1.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta.	Kristal kvarca Q1 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
<b>11. Spajanje</b>	Ubadanje integriranog kruga IK1.	Tiskana pločica.	Integrirani krug IK1 namjesti iznad rupica podnožja za integrirani krug kako je vidljivo na slici 8., pazeći na njegovu orijentaciju i raspored nožica. Integrirani krug pažljivo pritisnuti da njegove nožice uđu u rupice na podnožju.
<b>12. Spajanje</b>	Guljenje izolacije i spajanje žica.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, nožić.	Na krajevima dva vodiča oguli izolaciju u dužini 5 mm, a potom žice stavi u dvije rupice na tiskanoj pločici ispod oznake „T1“ kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti žice i višak odrezati sjekačim kliještima.
<b>13. Spajanje</b>	Guljenje izolacije i spajanje žica.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, nožić.	Na krajevima dva vodiča oguli izolaciju u dužini 5 mm, a potom žice stavi u dvije rupice na tiskanoj pločici pokraj oznaka „LED D1“ „A“ i „K“ kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti žice i višak odrezati sjekačim kliještima.
<b>14. Spajanje</b>	Spajanje izvoda za bateriju.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta.	Krajeve vodiča staviti u dvije rupice na tiskanoj pločici pokraj oznake „9V“, crvenu žicu u rupicu +, a crnu žicu u rupicu - kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti žice i višak odrezati sjekačim kliještima.
<b>15. Spajanje</b>	Guljenje izolacije i spajanje antene.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, nožić.	Na kraju vodiča antene oguli izolaciju u dužini 5 mm, a potom žicu stavi u rupicu ispod oznake „A“ na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 8. Zalemiti žicu i višak odrezati sjekačim kliještima.

**Praktičan rad:****Popis potrebnih elemenata za postavljanje u plastičnu kutiju:**

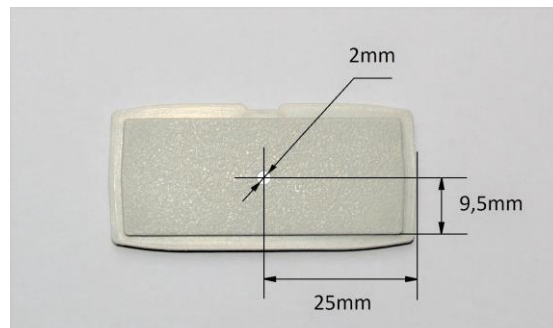
NAZIV	VRIJEDNOST	KOMADA	SLIKA
Plastična kutija	120 x 60 x 30 mm	1	
Tipka	T1	1	
Svjetleća dioda	LED D1	1	
Držač svjetleće diode		1	
Baterija	9 V	1	
Vijak za plastiku	2,3x6	2	
Podloška	M3	2	

## **PRIPREMA PLASTIČNE KUTIJE**

Elektronički sklop AM odašiljača postavlja se u plastičnu kutiju dimenzija 120x60x30 mm. U sklopu pripreme kutije, potrebno je na prednjoj pločici izbušiti rupe za postavljanje tipke T1 za odašiljanje i svjetleće diode D1. Na stražnjoj pločici potrebno je izbušiti rupu za prolaz žičane antene. Bušenje pločica potrebno je načiniti prema nacrtima prikazanim na slikama 12 i 13.

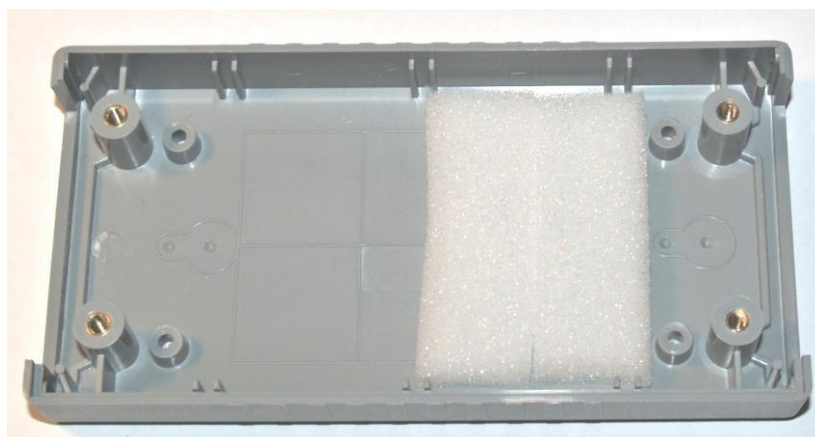


Slika 12. Nacrt bušenja prednje pločice



Slika 13. Nacrt bušenja stražnje pločice

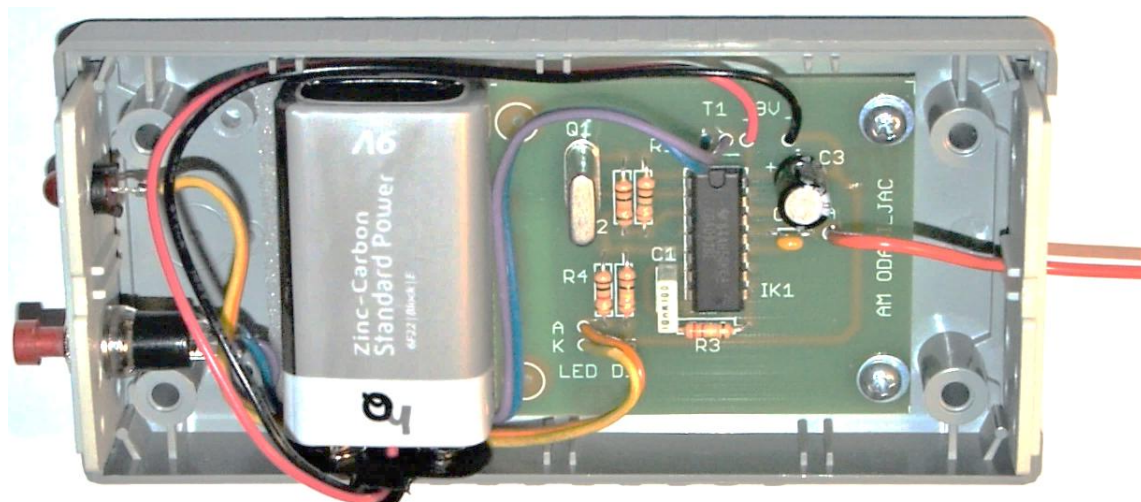
S unutarnje strane dna i poklopca plastične kutije postavljaju se samoljepive spužvaste trake koje pridržavaju bateriju za napajanje AM odašiljača. Kod postavljanja samoljepive trake treba paziti na ispravnu orijentaciju poklopca i dna kutije. Način postavljanja samoljepive trake prikazan je na slici 14.



Slika 14. Prikaz mjesta za postavljanje spužvaste samoljepive trake

## **MONTAŽA AM ODAŠILJAČA**

Tiskana pločica s postavljenim elektroničkim elementima postavlja se u stražnji dio plastične kutije i učvršćuje pomoću dva vijka za plastiku 2,9x6mm, ispod kojih se postavljaju pocinčane podložne pločice. Tipka T1 i svjetleća dioda D1 postavljaju se na prednju ploču kutije. Kroz rupu na stražnjoj pločici kutije provlači se žičana antena. Na kraju se postavlja baterija tipa 6F22, napona 9V i spaja na baterijsku spojnicu. Izgled unutrašnjosti kompletnog AM odašiljača prikazana je na slici 15. Na slici 16 prikazan je kompletan odašiljač gledan s prednje i stražnje strane



Slika 15. Montažna dijelova kratkovalnog AM odašiljača

Upute za izradu:

RADNA OPERACIJA	RADNI POSTUPAK	PRIBOR I ALAT	UPUTA ZA RAD
1. Postavljanje	Postavljanje tipke T1.	Plastična kutija, viličasti ključ 9 mm.	Tipku T1 postaviti u rupu na plastičnoj pločici kako je vidljivo na slici 15. Postaviti maticu na tipku T1 i pritegnuti je viličastim ključem 9 mm.
2. Postavljanje	Postavljanje držača svjetleće diode D1.	Plastična kutija.	Držak svjetleće diode D1 postaviti u rupu na plastičnoj pločici kako je vidljivi na slici 15. Držak pritisnuti do kraja.
3. Postavljanje	Postavljanje svjetleće diode D1.	Plastična kutija, pinceta.	Svjetleću diodu D1 postaviti u držak na plastičnoj pločici kako je vidljivo na slici 15. Diodu pritisnuti pincetom do kraja dok se ne začuje „klik“.
4. Postavljanje	Postavljanje tiskane pločice.	Plastična kutija, križni izvijač.	Tiskanu pločicu postaviti u plastičnu kutiju kako je vidljivo na slici 15. Na rupe na tiskanoj pločici postaviti metalne podloške M3 i vijke, te ih pritegnuti križnim izvijačem.
5. Spajanje	Spajanje žica na tipku T1.	Plastična kutija, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, pinceta.	Žice s tiskane pločice kod oznake „T1“ lemljenjem spojiti na izvode tipke T1, kako je vidljivo na slici 8. Višak žica odrezati sjekačim kliještima.
6. Spajanje	Spajanje žica na svjetleću diodu D1.	Plastična kutija, lemilica, lemna žica, sjakača kliješta, pinceta.	Žice s tiskane pločice kod oznake „LED D1“ lemljenjem spojiti na izvode svjetleće diode D1, kako je vidljivo na slici 8, vodeći računa o izvodima A i K. Višak žica odrezati sjekačim kliještima.

<b>7. Postavljanje</b>	Postavljanje antene.	Plastična kutija.	Žicu antene provući kroz rupu na plastičnoj pločici kako je vidljivo na slici 15.
<b>8. Postavljanje</b>	Postavljanje baterije 9 V.	Plastična kutija.	Na bateriju 9 V utisnuti izvod kako je vidljivo na slici 15. Bateriju položiti u plastičnu kutiju na spužvastu podlogu.
<b>9. Postavljanje</b>	Postavljanje poklopca.	Plastična kutija, križni izvijač.	Na plastičnu kutiju postaviti poklopac i pritegnuti ga vijcima M4, kako je prikazano na slici 15.
<b>10. ispitivanje</b>	Ispitivanje rada.	Kratkovalni AM odašiljač.	Držati pritisnutu tipku T1. Kod toga treba svijetliti svjetleća dioda D1. Kontrolni prijamnik postaviti na frekvenciju 3,579 MHz. Iz zvučnika se treba čuti ton frekvencije oko 800 Hz. Ako se iz zvučnika čuje ton frekvencije oko 800 Hz kratkovalni AM odašiljač ispravno radi.



Slika 16. Izgled kratkovalnog AM odašiljača Pogled na AM odašiljač sa prednje strane Pogled na AM odašiljač sa stražnje strane

### **ISPITIVANJE RADA AM ODAŠILJAČA**

Amplitudno modulirani odašiljač projektiran je tako da nije potrebno njegovo ugađanje. Za ispitivanje rada potrebno je imati AM detektor ili radio goniometarski prijamnik za frekvencijsko područje 3,5 MHz ili bilo koji radijski uređaj koji ima prijamnik za frekvencijsko područje 3,5 MHz s AM načinom rada.

Pritiskom tipke T1 na amplitudno moduliranom odašiljaču pokreće se odašiljanje signala na 3,579 MHz. U slučaju ispravnog rada, u slušalicama priključenim na detektorski prijamnik čut će se ton frekvencije oko 800 Hz. Ukoliko se za ispitivanje koriste radio goniometar ili radijski uređaj, potrebno ih je postaviti na frekvenciju 3,579 MHz. Pritiskom tipke T1 na AM odašiljaču u slušalicama radio goniometra ili zvučniku radijskog uređaja čut će se ton frekvencije oko 800 Hz. Time je potvrđen ispravan rad amplitudno moduliranog odašiljača.





## HRVATSKI RADIOAMATERSKI SAVEZ



Dalmatinska ulica 12, 10000 Zagreb



radioamateri@hamradio.hr



hamradio.hr



+385 (01) 48 48 759

ZBIRKA PRAKTIČNIH RADOVA ZA PRIPREMU NATJECANJA  
MLADIH TEHNIČARA U PODRUČJU RADIOKOMUNIKACIJE - 1

Zagreb, 2023. g.