

**HRVATSKI
RADIOAMATERSKI
SAVEZ**



**Putuj svijetom na
radiovalovima!**



**PRIRUČNIK ZA EDUKATIVNI KOMPLET:
VALOVI BEZ GRANICA**

HRVATSKI RADIOAMATERSKI SAVEZ

Tehnička dokumentacija za "KRATKOVALNI ODAŠILJAČ S TRANZISTORIMA"

autor: Željko Ulip, 9A2EY

Zagreb, travanj 2026.g.

KRATKOVALNI ODAŠILJAČ S TRANZISTORIMA

Zadatak:

Zadatak je s pomoću priložene tehničke dokumentacije od elektroničkih komponenti na tiskanoj pločici izraditi kratkovalni odašiljač s tranzistorima, spojiti vanjske dijelove i ispitati njegov rad.

Opis zadatka:

Jednostavan kratkovalni odašiljač s tranzistorima radi na način da jedan tranzistor radi kao oscilator koji stvara izmjenični napon visoke frekvencije (VF), a drugi tranzistor pojačava taj u oscilatoru stvoreni signal. Izmjenični napon visoke frekvencije stvara se samo za vrijeme dok je pritisnuta tipka (tipkalo). Takav signal se privodi anteni, koja ga odašilje u prostor. Time se može ostvariti prijenos poruka Morseovim kôdom. VF signal ima frekvenciju 3,579 MHz. Odašiljanje signala prati paljenje svjetla na svjetlećoj diodi.

Radijske veze na kratkim valovima

Frekvencijsko područje u rasponu od 3 MHz do 30 MHz naziva se područjem kratkih radijskih valova. Valna dužina na tom frekvencijskom području je u rasponu od 100 metara do 10 metara. Elektromagnetski valovi tih frekvencija, koji se odašilju u prostor, okružuju čitavu zemaljsku kuglu. Prvi znanstvenik koji je zamijetio učinke odašiljanja radijskih valova bio je njemački fizičar Heinrich Hertz (1857. – 1894.). Nakon njega najznačajnije pokuse na tom polju obavio je Nikola Tesla (1856. – 1943.), nastojeći riješiti problem prijenosa električne energije bežičnim putem. Za primjenu elektromagnetskih valova za prijenos poruka vrlo je zaslužan talijanski inovator Guglielmo Marconi (1874. – 1937.). Zahvaljujući njemu uspostavljene su prve telegrafske radijske veze između Europe i Sjeverne Amerike. Tijekom 20. stoljeća radijske veze na kratkovalnom frekvencijskom području koristile su mnoge službe za veze s brodovima, zrakoplovima, s udaljenim područjima gdje nije bilo druge komunikacijske infrastrukture, za vojne i civilne potrebe. Radioamateri koriste deset segmenata kratkovalnog frekvencijskog područja za radioamaterske veze. Za prostiranje radijskih valova na tom frekvencijskom području vrlo značajnu ulogu imaju ionizirani slojevi koji okružuju Zemlju (ionosfera), koji nastaju pod utjecajem sunčevog zračenja. Odaslani elektromagnetski valovi odbijaju se od pojedinih slojeva ionosfere i vraćaju na Zemlju. Moguća su i višestruka odbijanja od Zemlje i ionosfere, čime radioamateri postižu radijske veze na čitavoj zemaljskoj kugli od Novog Zelanda do Aljaske ili od Japana do Ognjene Zemlje. Radijske veze mogu se odvijati Morseovim kôdom, govorom ili suvremenim digitalnim načinima uz korištenje osobnih računala. Kratkovalni odašiljač s tranzistorima, koji ćeš napraviti, ima malu snagu, a time i mali domet, ali će i takav omogućiti bežični prijenos poruka Morseovim kôdom.

Tijek izrade KV odašiljača:

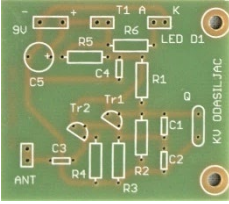
1. Pripremanje dokumentacije
2. Pripremanje radnog mjesta, pribora i alata
3. Spajanje elemenata sklopa u cjelinu postupkom lemljenja na tiskanoj pločici
4. Spajanje svih vanjskih dijelova
5. Provjera ispravnosti uratka

Mjere zaštite na radu:

Prilikom pripremanja vodiča za spajanje postoji opasnost od ozljeđivanja te stoga pažljivo rukujte priborom za skidanje izolacije.

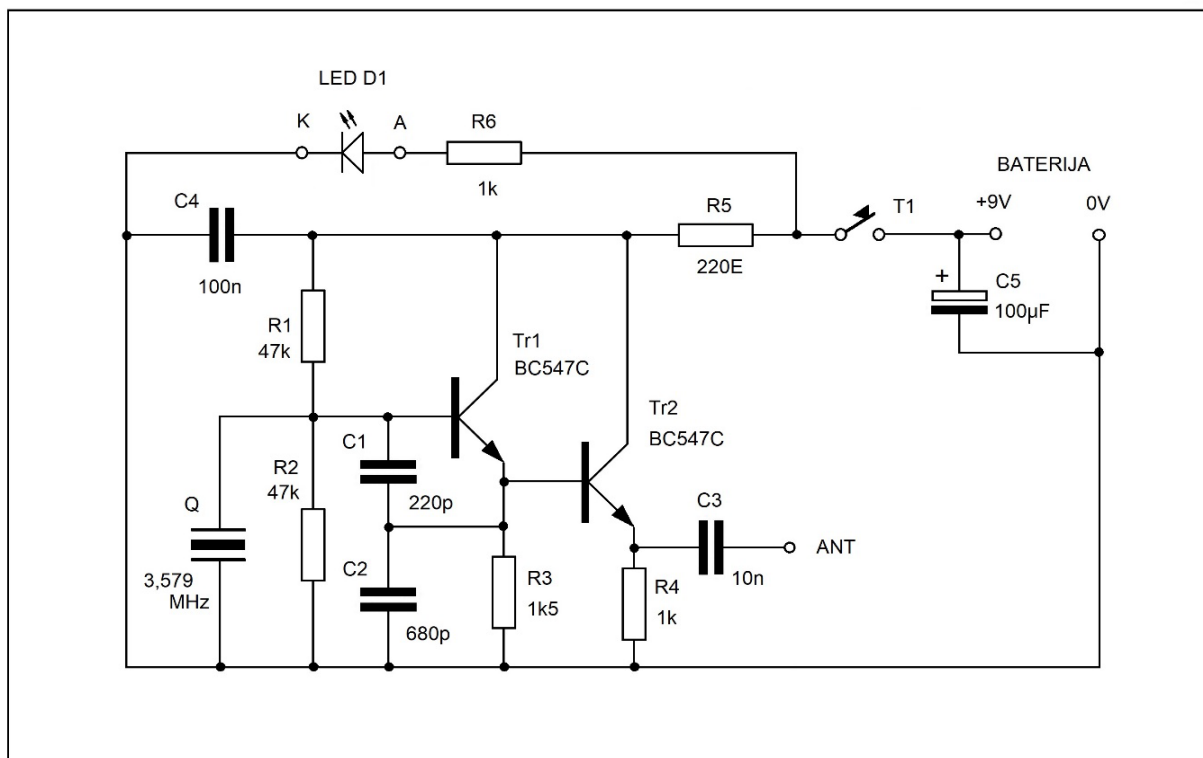
Praktičan rad:

Popis potrebnih elemenata za postavljanje na tiskanu pločicu:

NAZIV	VRIJEDNOST	KOMADA	SLIKA
Tranzistor	BC547C	2	
Keramički kondenzator	220 pF	1	
Keramički kondenzator	680 pF	1	
Keramički kondenzator	10 nF	1	
Keramički kondenzator	100 nF	1	
Elektrolitski kondenzator	100 μ F	1	
Kristal kvarca	3,579 MHz	1	
Otpornik	220 E	1	
Otpornik	1k	2	
Otpornik	1k5	1	
Otpornik	47 k	2	
Konektor, 2 pina, manji razmak		3	
Konektor, 2 pina, veći razmak		1	
Kontakt za bateriju		1	
Tiskana pločica		1	

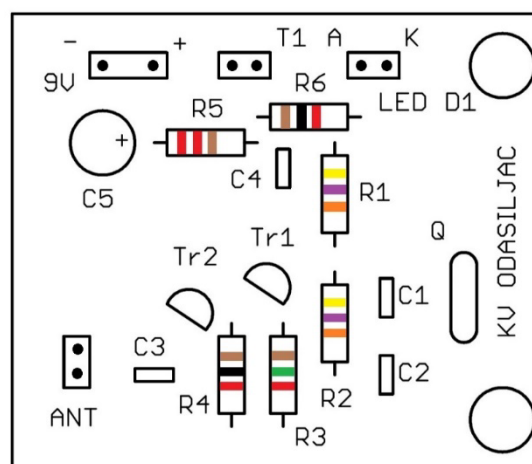
Na elektroničkoj shemi na slici 1. prikazan je spoj jednostavnog kratkovalnog odašiljača s tranzistorima koji se sastoji od: Tranzistora Tr1 i Tr2, keramičkih kondenzatora C1, C2, C3 i C4, elektrolitskog kondenzatora C5, šest otpornika (R1 – R6), kristala kvarca Q, svjetleće diode D1, tipke T1, baterije napona 9 V i žičane antene. Odašiljač treba sastaviti lemljenjem elektroničkih dijelova na tiskanoj pločici, prema zadanoj elektroničkoj shemi prikazanoj na slici 1. Raspored elektroničkih dijelova prikazan je na slici 7. (montažna shema jednostavnog kratkovalnog odašiljača s tranzistorima). Kada se zaleme svi dijelovi, pristupa se lemljenju žica, spajanju antene, svjetleće diode, tipke i izvoda za bateriju. Ispitivanje rada kratkovalnog odašiljača s tranzistorima može se provesti slušanjem signala kojeg on stvara, koristeći kratkovalni monitorski prijamnik za telegrafiju (CW) ili ARG prijamnik na frekvenciji 3,579 MHz.

Elektronička shema:

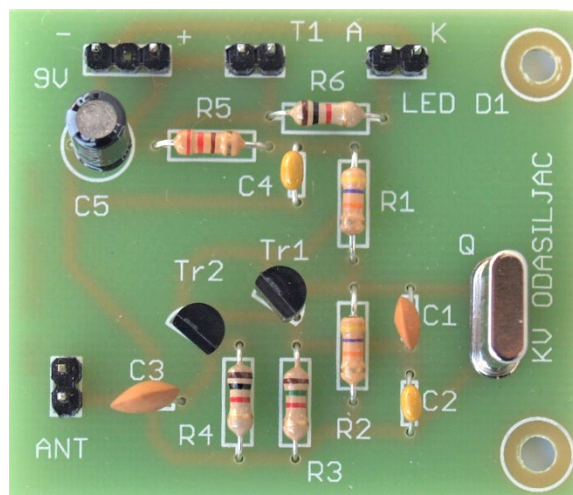


Slika 1. Elektronička shema kratkovalnog odašiljača s tranzistorima

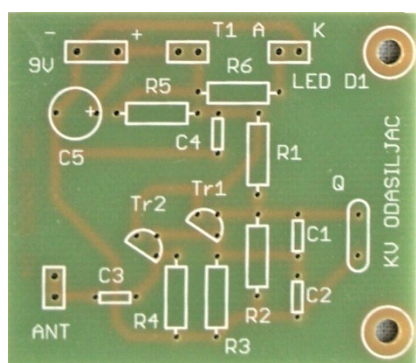
Montažna shema:



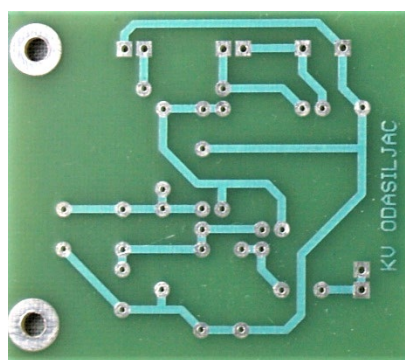
Slika 2. Montažna shema kratkovalnog odašiljača s tranzistorima



Slika 3. Tiskana pločica s postavljenim elektroničkim elementima



Slika 4. Tiskana pločica strana s elektroničkim elementima



Slika 5. Tiskana pločica strana lemljenja

Upute za izradu:

RADNA OPERACIJA	RADNI POSTUPAK	PRIBOR I ALAT	UPUTA ZA RAD
1. Spajanje	Postavljanje i lemljenje otpornika R1.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, pinceta.	Otpornik R1 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima prstene žute, ljubičaste, narančaste i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
2. Spajanje	Postavljanje i lemljenje otpornika R2.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, pinceta.	Otpornik R2 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima prstene žute, ljubičaste, narančaste i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
3. Spajanje	Postavljanje i lemljenje otpornika R3.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, pinceta.	Otpornik R3 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima prstene smeđe, zelene, crvene i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.

4. Spajanje	Postavljanje i lemljenje otpornika R4.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, pinceta.	Otpornik R4 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima prstene smeđe, crne, crvene i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
5. Spajanje	Postavljanje i lemljenje otpornika R5.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, pinceta.	Otpornik R5 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima dva prstena smeđe, i po jedan prsten smeđe i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
6. Spajanje	Postavljanje i lemljenje otpornika R6.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, pinceta.	Otpornik R6 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Otpornik na sebi ima prstene smeđe, crne, crvene i zlatne boje. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
7. Spajanje	Postavljanje keramičkog kondenzatora C1.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Keramički kondenzator C1 na sebi ima oznaku 221. Postaviti ga u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
8. Spajanje	Postavljanje keramičkog kondenzatora C2.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Keramički kondenzator C2 na sebi ima oznaku 681. Postaviti ga u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
9. Spajanje	Postavljanje keramičkog kondenzatora C3.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Keramički kondenzator C3 na sebi ima oznaku 103. Postaviti ga u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
10. Spajanje	Postavljanje keramičkog kondenzatora C4.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Keramički kondenzator C4 na sebi ima oznaku 104. Postaviti ga u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
11. Spajanje	Postavljanje elektrolitskog kondenzatora C5.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Elektrolitski kondenzator C5 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima. Pažnja! Kondenzator je polariziran! Pazi na oznaku "-" na njemu.
12. Spajanje	Postavljanje tranzistora Tr1.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Tranzistor Tr1 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
13. Spajanje	Postavljanje tranzistora Tr2.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Tranzistor Tr2 postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.

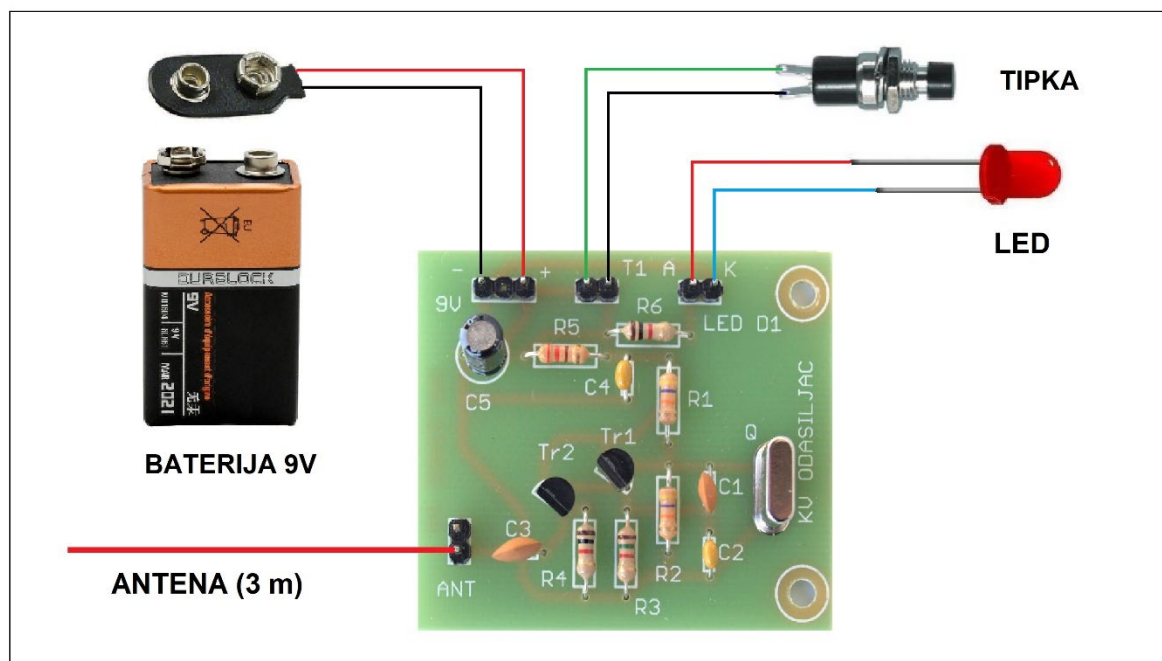
14. Spajanje	Postavljanje kristala kvarca Q.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Kristal kvarca Q postaviti u rupice na tiskanoj pločici kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti izvode i višak odrezati sjekačim kliještima.
15. Spajanje	Postavljanje konektora s dva pina manjeg razmaka.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Konektor s dva pina manjeg razmaka stavi u dvije rupice na tiskanoj pločici kod oznake „T1“ kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti pinove i višak odrezati sjekačim kliještima.
16. Spajanje	Postavljanje konektora s dva pina manjeg razmaka.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Konektor s dva pina manjeg razmaka stavi u dvije rupice na tiskanoj pločici kod oznake „LED D1“ kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti pinove i višak odrezati sjekačim kliještima.
17. Spajanje	Postavljanje konektora s dva pina manjeg razmaka.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Konektor s dva pina manjeg razmaka stavi u dvije rupice na tiskanoj pločici kod oznake „ANT“ kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti pinove i višak odrezati sjekačim kliještima.
18. Spajanje	Postavljanje konektora s dva pina većeg razmaka.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Konektor s dva pina većeg razmaka stavi u dvije rupice na tiskanoj pločici kod oznake „9V“ kako je vidljivo na slici 2. Zalemiti pinove i višak odrezati sjekačim kliještima.
19. Spajanje	Guljenje izolacije i spajanje vodiča.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, nožić.	Na krajevima dva vodiča oguli izolaciju u dužini 5 mm, a potom vodiče zalemi na pinove na tiskanoj pločici pokraj oznaka „LED D1“ „A“ i „K“ kako je vidljivo na slici 2.
20. Spajanje	Spajanje kontakta za bateriju.	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Krajeve vodiča kontakta za bateriju zalemiti na pinove na tiskanoj pločici pokraj oznake „9V“, crveni vodič na pin označen „+“, a crni vodič na pin označen „-“, kako je vidljivo na slici 2.
21. Spajanje	Spajanje žice (antena).	Tiskana pločica, lemilica, lemna žica, sjekača kliješta.	Na kraju vodiča antene oguli izolaciju u dužini 5 mm, a potom žicu zalemi na bilo koji od dva pina na tiskanoj pločici pokraj oznake „ANT“, kako je vidljivo na slici 2.

Popis potrebnih elemenata za kompletiranje odašiljača:

NAZIV	VRIJEDNOST	KOMADA	SLIKA
Tipka	T1	1	
Svjetleća dioda	LED D1	1	
Antena		1	
Baterija	9 V	1	

Upute za izradu:

RADNA OPERACIJA	RADNI POSTUPAK	PRIBOR I ALAT	UPUTA ZA RAD
1. Spajanje	Spajanje tipke T1 na tiskanu pločicu.	Lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, pinceta.	Izvođe tipke T1 lemljenjem ih spojiti na tiskanu pločicu na pinove s oznakom „T1“, kako je vidljivo na slici 6.
2. Spajanje	Spajanje svjetleće diode D1 na tiskanu pločicu.	Lemilica, lemna žica, sjekača kliješta, pinceta.	Vodiče s tiskane pločice kod oznake „LED D1“ lemljenjem spojiti na izvođe svjetleće diode D1, kako je vidljivo na slici 6, vodeći računa o izvodima A i K.
3. Postavljanje	Spajanje baterije 9 V.		Na bateriju 9 V utisnuti kontakt baterije kako je vidljivo na slici 6.
4. Ispitivanje	Ispitivanje rada.	Kratkovalni odašiljač s tranzistorima.	Držati pritisnutu tipku T1. Kod toga treba svijetliti svjetleća dioda D1. Kontrolni prijamnik ili radiogoniometar postaviti na frekvenciju 3,579 MHz. Iz zvučnika ili slušalice treba se čuti ton frekvencije oko 800 Hz. Ako se iz zvučnika čuje ton frekvencije oko 800 Hz kratkovalni odašiljač s tranzistorima ispravno radi. Pritiskanjem tipke u ritmu Morseovog kôda, moguće je odašiljanje poruka.



Slika 6. Shema spajanja kratkovalnog odašiljača s tranzistorima