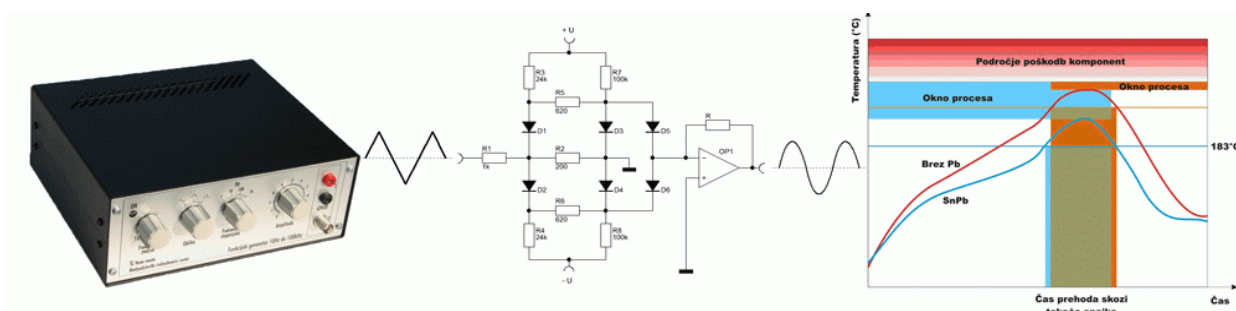


ELEKTROTEHNIKA



FUNKCIJSKI GENERATOR



Roman Kapš



www.bodiprofi.si



Splošne informacije gradiva

Elektrotehnika

Načrtovanje in priklopi električnih naprav – M5

Praktično načrtovanje in izdelava elektronske naprave ...

Funkcijski generator FG1

Povzetek

Gradivo opisuje: izbor komponent, montaža vezja, preizkus delovanja in meritve na primeru izdelave univerzalnega funkcijskega generatorja.

Ključne besede: funkcijski generator, integrirano vezje, tiskano vezje, spajkanje, popačenje valovne oblike, osciloskop itd.

Avtor: Roman Kapš

Datum: maj 2012



To delo je ponujeno pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Deljenje pod enakimi pogoji 2.5 Slovenija licenco.

Kazalo

1. PREDSTAVITEV IZDELKA.....	1
2. DELOVANJE	2
3. IZDELAVA FUNKCIJSKEGA GENERATORJA	5
3. IZDELAVA FUNKCIJSKEGA GENERATORJA	6
4. UMERJANJE FUNKCIJSKEGA GENERATORJA	10
5. ELEKTRIČNA SHEMA FUNKCIJSKEGA GENERATORJA.....	14
6. MONTAŽNI NAČRT GENERATORJA	15
7. SEZNAM UPORABLJENEGA MATERIALA:	16
8. MONTAŽNI NAČRT NAPAVALNIKA	17
8. MONTAŽNI NAČRT NAPAVALNIKA	18
9. PONOVI MO.....	19
10. MEDPREDMETNO POVEZOVANJE.....	20
11. LITERATURA IN VIRI	21

1. PREDSTAVITEV IZDELKA

FG-1 je preprost funkcijski generator, zgrajen na osnovi namenskega integriranega vezja tipa XR2206CP. Integrirano vezje lahko daje na izhodu sinusne, pravokotne in trikotne napetosti z relativno nizkim popačenjem. Te s primernim tranzistorskim ojačevalnikom še dodatno ojačimo (oziroma znižamo izhodno impedanco generatorja). Generator je, skupaj z ustreznim napajalnikom, vgrajen v kovinsko ohišje. To nam zagotavlja ustrezno robustnost in imunost na zunanje motnje. Funkcijski generator je nepogrešljiv pri izvajanju meritev na avdio napravah, kakor tudi na preklopnih vezjih.

TEHNIČNI PODATKI FUNKCIJSKEGA GENERATORJA FG-1

Vhodni podatki:

- Vhodna napetost: 230V 50Hz \pm 15%
- Maksimalni vhodni tok: 0,1A
- Zaščitni razred: I.

Izhodni podatki:

- Frekvenčna območja (4x): 10-100Hz, 1kHz, 10kHz, 100kHz
- Fina nastavitve frekvence: linearna, brezstopenjska
- Oblika izhodnega signala: sinusna, pravokotna, trikotna
- Harmonična popačenja: tipično 0,5% v avdio območju
- Izhodna napetost (na 600 Ω):
 - do 3,5 V_{pp} (sinusna)
 - do 6,5 V_{pp} (trikotna)
 - do 9,0 V_{pp} (pravokotna)
- Izhodna napetost (na 50 Ω):
 - do 2,0 V_{pp} (sinusna)
 - do 3,5 V_{pp} (trikotna)
 - do 4,5 V_{pp} (pravokotna)
- Zaščita proti kratkemu stiku: Da

Ostali podatki:

- Temperaturno območje delovanja: 0⁰ do +70⁰C

1. V kakšnem frekvenčnem območju mora delovati dober NF ojačevalnik?

Od najmanj _____ Hz do najmanj _____ Hz.

2. Kolikšno je največje dovoljeno popačenje pri HiFi ojačevalniku? _____ %

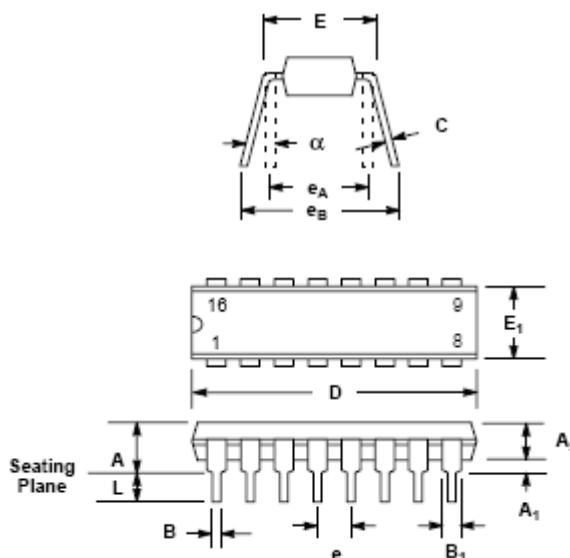
2. DELOVANJE

Integrirano vezje XR-2206 CP

Centralna komponenta funkcijskega generatorja je integrirano vezje XR2206. To je monolitno vezje podjetja EXAR, ki v sebi združuje vse funkcije kvalitetnega generatorja sinusne, pravokotne in trikotne napetosti. Izhodne valovne oblike signala lahko s pomočjo zunanjih napetosti moduliramo frekvenčno in amplitudno. Signal ima v sinusnem območju popačenje, reda 0,5%. Frekvenčno območje uporabe se razteza od 0,01Hz do preko 1MHz. Vezje odlikuje visoka temperaturna stabilnost (tipično 20ppm/°C) in nizka občutljivost na spremembe napajalne napetosti (tipično 0,01%/V). Vse našteje lastnosti odpirajo integriranemu vezju XR2206 široka področja uporabe v napravah za generiranje valovnih oblik, sweep generatorjih, AM/FM generatorjih, V/F pretvornikih, FSK generatorjih, PLL vezjih (VCO) itd.

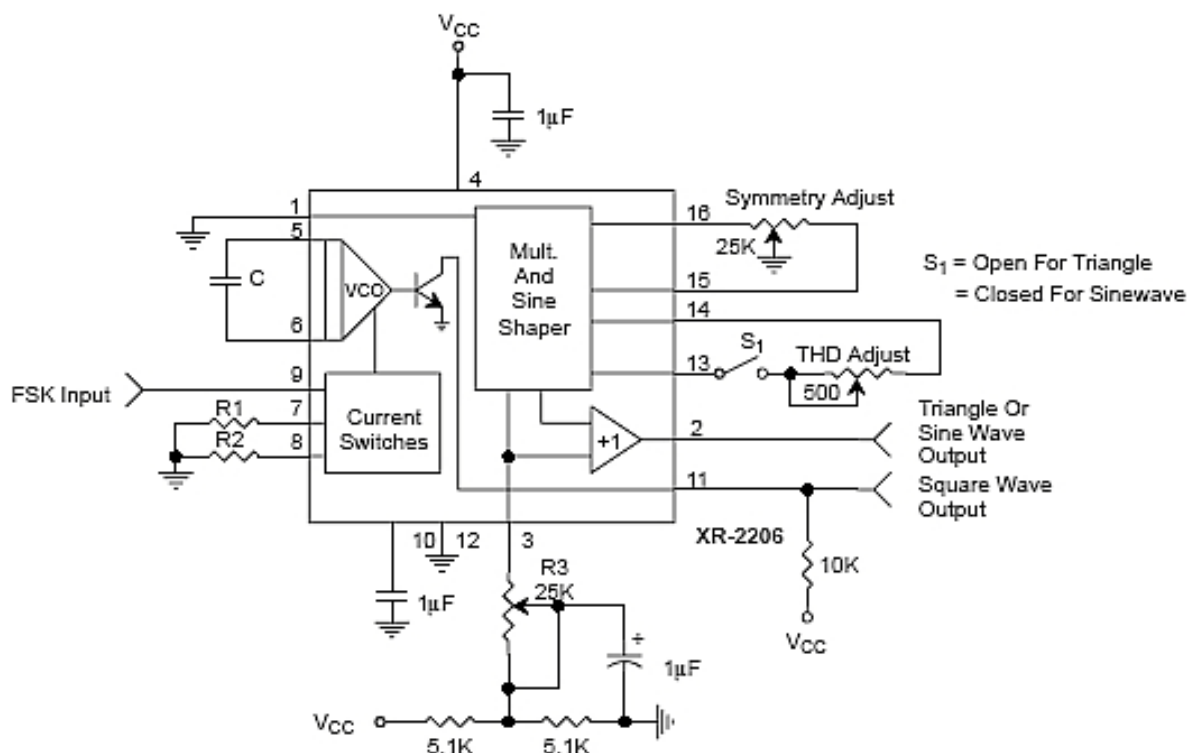
Integrirano vezje XR2206, uporabljeno v našem funkcijskem generatorju, je tipa CP, kar pomeni, da je pakirano v standardnem 16 polnem DIL ohišju:

SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.145	0.210	3.68	5.33
A ₁	0.015	0.070	0.38	1.78
A ₂	0.115	0.195	2.92	4.95
B	0.014	0.024	0.36	0.56
B ₁	0.030	0.070	0.76	1.78
C	0.008	0.014	0.20	0.38
D	0.745	0.840	18.92	21.34
E	0.300	0.325	7.62	8.26
E ₁	0.240	0.280	6.10	7.11
e	0.100 BSC		2.54 BSC	
e _A	0.300 BSC		7.62 BSC	
e _B	0.310	0.430	7.87	10.92
L	0.115	0.160	2.92	4.06
α	0°	15°	0°	15°



Slika 1: Dimenzija in oblika vezja XR2206

Vezje deluje v napajalnem območju med 12V in 20V. Pri tem je napajalni plus na nožici 4, napajalni minus (masa) pa na nožici 12.



Slika 2: Testno vezje, namenjeno lažjemu razumevanju delovanja vezja XR-2206

Frekvenco izhodnega signala funkcijskega generatorja določajo naslednji elementi:

- kondenzator, ki je priključen med nožico 5 in nožico 6. Uporabimo lahko vrednosti med 1nF in 100µF.
- upora, priključena na nožico 7 ali nožico 8, proti masi. Uporabimo lahko vrednosti med 1kΩ in 2MΩ, vendar je zaradi temperaturne stabilnosti bolje uporabiti le vrednosti med 4kΩ in 200kΩ

Frekvenco izračunamo s pomočjo formule: $f = 1/RC$. Običajno vršimo s preklapljanjem ustreznega kondenzatorja grobo regulacijo frekvence, fino regulacijo pa z vrtenjem potenciometra (namesto upora R).

Če nožici 13 in 14 nista priključeni, dobimo na izhodni nožici 2 napetost trikotne oblike, velikosti okoli 4Vpp. Simetrijo oblike nastavljamo s potenciometrom, priključenim med nožici 15 in 16.

Če sta nožici 13 in 14 preko stikala povezani med sabo, na izhodni nožici 2 dobimo napetost sinusne oblike. Amplitudo sinusa lahko reguliramo od velikosti 0 do velikosti napajalne napetosti s pomočjo potenciometra (ali fiksne uporovne delilca), priključenega na nožico 3. Če med nožici 13 in 14 vežemo potenciometer, lahko z



njegovo pomočjo nastavimo simetrijo sinusne oblike, kar neposredno vpliva na velikost harmonskih popačenj.

Na nožici 11 je dosegljiva napetost pravokotne oblike, višine napajalne napetosti. Edina nastavitev, ki je možna, je nastavitev frekvence.

3. Kaj pomeni oznaka **DIL16** za obliko integriranega vezja?

4. S čim je označena prva nožica na ohišju integriranega vezja?

5. Razloži oznake, s katerimi označujemo vrednosti komponent:

nF _____

μ F _____

k Ω _____

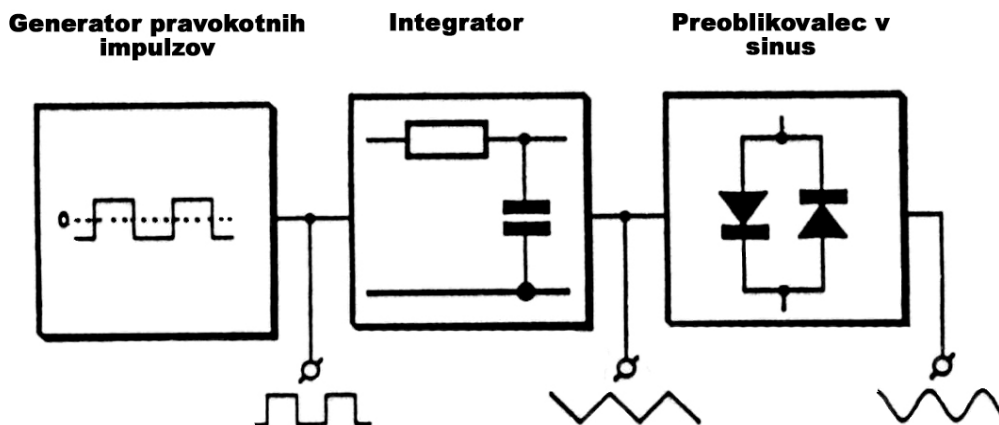
M Ω _____

6. Zakaj neki obliki napetosti rečemo, da je sinusna?

Princip delovanja funkcijskega generatorja FG-1

Osnova funkcijskega generatorja je astabilni multivibrator, kateremu lahko s pomočjo zunanjih komponent menjamo frekvenco in razmerje signal/pavza. Tako dobljene pravokotne impulze vodimo na integrator. Tu preko generatorja konstantnega toka polnijo in praznijo kondenzator. Posledično na njem dobimo simetrično napetost trikotne oblike.

Napetost trikotne oblike vodimo na posebno vezje, ki s pomočjo nelinearnosti polprevodniških diod zaobli vrhove. Rezultat obdelave je napetost sinusne oblike, ki pa zaradi nepopolne transformacije trikotne oblike v sinusno še vedno vsebuje nezaželene višje harmonike.



Slika 3: Blokovna shema funkcijskega generatorja

Frekvenco izhodnega signala grobo določamo s pomočjo izbora ustreznega kondenzatorja v časovnem vezju (preko 4-položajnega preklopnika), fino pa s pomočjo potenciometra P2. S preklopnikom S3 izberemo izhodno obliko napetosti (pravokotno, trikotno, sinusno).

Tako dobljeno napetost preko potenciometra P6 (nastavitev amplitude) vodimo na izhodno tranzistorsko ojačevalno stopnjo. Narejena je kot komplementarni močnostni ojačevalnik v AB klasi. Zanj so značilna majhna harmonična popačenja, zadostna izhodna moč in imunost proti kratkemu stiku na izhodnih sponkah.

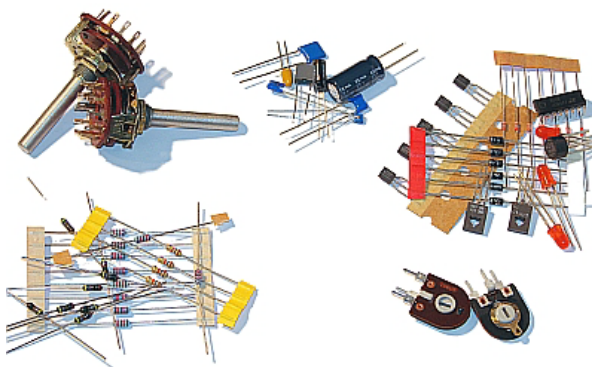
Celotno vezje se napaja iz enostavnega usmernika. Sestavlja ga samo transformator, Gratezov spoj, gladilni kondenzator in 12-voltni integrirani stabilizator.

7. Poznaš razliko med astabilnim, monostabilnim in bistabilnim multivibratorjem?

3. IZDELAVA FUNKCIJSKEGA GENERATORJA

Montaža elementov na ploščico tiskanega vezja

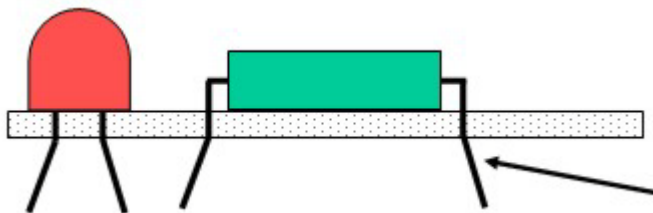
1. Elektronske komponente sortiramo po tipu in funkciji (upori, kondenzatorji, polprevodniki, potenciometri itd.). S pomočjo priložene kosovnice jih identificiramo in hkrati preverimo njihovo ustreznost (tip, količina, vrednost, dimenzije).



2. Najprej pripravimo ležeče komponente z aksialnimi priključki, ki bodo na izgotovljeni ploščici dosegale najmanjšo višino. S pomočjo krivilne šablone ukrivimo njihove priključne žice pod kotom 90°.



3. Tako pripravljene elemente vstavimo v ploščico tiskanega vezja. Nato jim narahlo zakrivimo priključne žice navzven, da med spajkanjem ne izpadejo iz tiskanega vezja. S ščipalkami jih skrajšamo na ustrezno dimenzijo, za tem pa previdno in kvalitetno prispajkamo.



4. Po opisanem postopku pripravimo in prispajkamo žične prevezi (kratkospojnike).

5. Enak postopek ponovimo z ležečimi diodami. Pazimo na pravilno polariteto (anoda, katoda)!

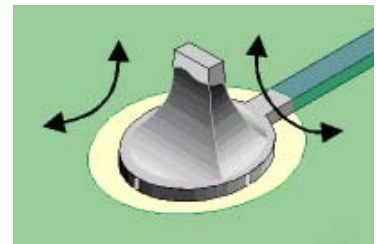


6. Postopek ponovimo z ležečimi upori, manjših moči. Zaželeno je, da imajo vsi upori pozicijsko orientirane barvne oznake v isti smeri. Za samo delovanje vezja to sicer ni pomembno, nam pa precej olajša delo pri morebitnem poznejšem vizualnem ugotavljanju parametrov upora (upornost, toleranca).

7. Pokončnim komponentam priključkov ne krivimo, ampak jih direktno vstavimo v ploščico tiskanega vezja. Vstavljamo in spajkamo najprej najnižje komponente, najvišje nazadnje. Pri spajkanju elektrolitskih kondenzatorjev še posebej pazimo na polariteto (plus, minus). Pri spajkanju polprevodnikov (tranzistorji, integrirana vezja) pazimo na čas spajkanja, ki mora biti čim krajši, da ne pride do pregrevanja komponente in s tem posledično do termične degradacije polprevodniškega kristala v komponenti.



8. S pomočjo montažnega načrta še enkrat preverimo pravilen razpored uporabljenih elektronskih komponent. Preverimo tudi kvaliteto izvedenih spojev. Ti morajo biti čisti, svetli, gladki in pravilne oblike ter velikosti. Če uporabljamo nesvinčeno spajko, je končni izgled spoja lahko nekoliko tanjši, kot je vzorec na sliki. V tem primeru moramo še posebej paziti na čas spajkanja in uporabljeno temperaturo spajkalnika.



9. Če ni že predhodno sestavljen, po enakem postopku sestavimo tudi tiskano vezje napajalnika. Pri spajkanju primarnih sponk omrežnega transformatorja moramo še posebej paziti, da na ploščici ne ostane kakšen kovinski delec (recimo ostanek spajke), ki bi lahko kakorkoli zmanjšal prebojno trdnost priključkov.

8. Opiši bistveno razliko med navadnim in elektrolitskim kondenzatorjem:

9. Opiši tipično sestavo spajke po prepovedi uporabe svinca:

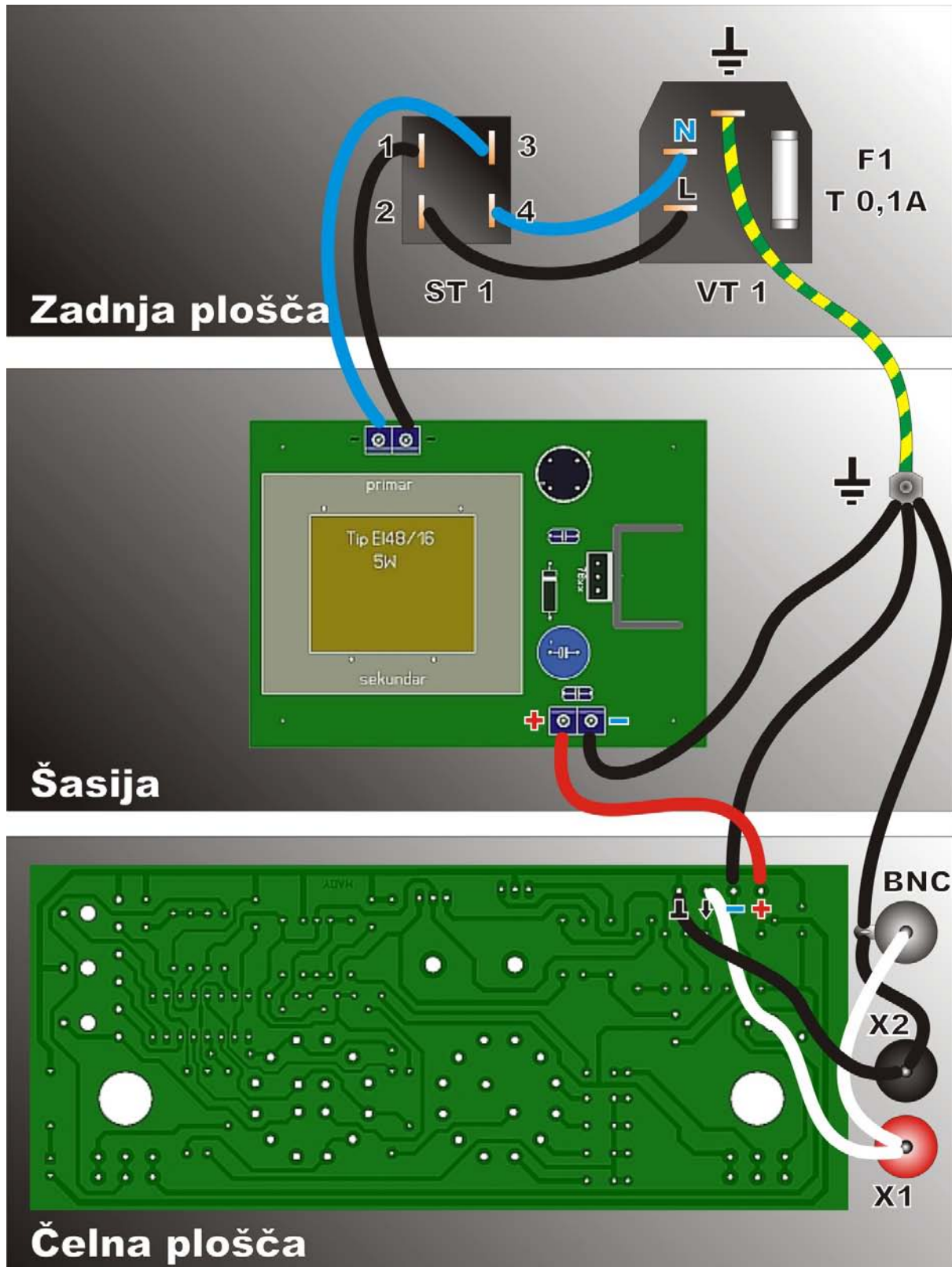
Sestavljanje funkcijskega generatorja FG-1

- Skozi izvrtine v čelni plošči ohišja potisnemo osi potenciometrov in preklopnikov, ki so montirani na sestavljeni plošči tiskanega vezja FG-1. Ko se na drugi strani čelne plošče pokažejo navojni deli osi, nanje nataknemo podložke in privijemo matice. Tako dobljeni mehanski spoji služijo obenem tudi kot nosilci celotnega tiskanega vezja.
- Na dno kovinskega ohišja pritrdimo sestavljeno ploščico tiskanega vezja napajalnika. Pritrditev opravimo z ustreznimi vijaki, podložkami, maticami in distančniki. Ti preprečujejo stik delov ploščice in komponent z ohišjem.
- Na zadnjo stran ohišja pritrdimo stikalo za vklop in priključni konektor za omrežni kabel.
- Na napajalni konektor prispajkamo tri žice - modro, črno in rumeno-zelena. Z modro in črno žico povežemo vhodne priključne sponke s stikalom za vklop naprave, zeleno/rumeno pa privijamo na ozemljitveni vijak, ki je pritrjen na dnu kovinskega ohišja. Iz stikala vodimo modro in črno žico na vhodni (omrežni) del napajalnika.
- Na nobenem mestu znotraj naprave ne sme ostati gol (nezaščiten) katerikoli kontakt, ki je v povezavi z omrežno napetostjo, zato vsa spojna mesta izoliramo s termostisljivo bužirko ali z drugim zaščitnim sredstvom.
- Napajalne žice ne smejo nikjer v napravi priti v stik ali v neposredno bližino drugih (signalnih) žic. Za doseganje zadostne varnosti in estetskega videza priporočamo uporabo plastičnih vezic za povezovanje žic.
- Z žicami povežemo ploščico generatorja s ploščico napajalnika. Enako storimo tudi s ploščico generatorja in izhodnimi sponkami. Žice po potrebi spnemo s plastičnimi vezicami.

10. Opiši funkcijo rumeno-zelene žice v omrežnem kablu:

11. Opiši funkcijo ozemljitvenega vijaka:

Grafična predstavitev sestave funkcijskega generatorja FG-1



Minimalni presek žic na strani omrežja je $0,75\text{mm}^2$, ostalih pa $0,25\text{mm}^2$.

4. UMERJANJE FUNKCIJSKEGA GENERATORJA

- Po uspešni sestavi kompletne naprave je na vrsti njeno umerjanje. S pomočjo univerzalnega instrumenta in osciloskopa preverimo napetostne potenciale in valovne oblike signala v določenih merilnih točkah. Vse meritve opravljamo v odnosu merilne točke proti masi!
- Napravo vključimo v omrežje in vključimo stikalo za vklop. Z univerzalnim instrumentom najprej preverimo prisotnost omrežne napetosti 230V na priključnih sponkah usmernika.
- Z univerzalnim instrumentom preverimo velikost stabilne enosmerne napetosti na izhodnih sponkah usmernika. Pravilna velikost je 12V.
- Preverimo nivo notranje referenčne napetosti na nožici 10 integriranega vezja. Ta znaša 3V enosmerno.
- Nastavimo razpon enosmerne napetosti na uporovnem delilcu, ki ga sestavljajo R2, R3, P1 in P2. Merimo napetost na drsniku potenciometra P2. V skrajnih položajih drsnika se na njem pojavi enosmerne napetosti v obsegu od 0,3V do 2,8V. Točno mejo nastavimo s trimer potenciometrom P1. POZOR! Meriti moramo točno na drsniku P2 oziroma njegovem spoju z uporom R6. Nikakor pa ne smemo meriti na drugem koncu R6 (oziroma nožici 7 integriranega vezja), saj je zaradi notranjih komponent na tej točki napetost konstantno okoli 3V. Kondenzator C1 je v funkciji dodatnega filtriranja enosmerne napetosti na P2.
- Izmerimo enosmerno napetost na uporovnem delilcu R4 in R5. Ker sta upora identična, mora biti na delilcu natančno polovica napajalne napetosti. To je v našem primeru 6V. Kondenzator C2 je v funkciji dodatnega filtriranja enosmerne napetosti na nožici 3 integriranega vezja. Ta napetost določa amplitudo izhodnega signala pri sinusnih in trikotnih oblikah. Ker smo jo postavili na polovico napajalne napetosti, leži tudi izhodni sinus/trikot na polovici napajalne napetosti.
- Trimer potenciometer P3 dovaja na nožico 1 integriranega vezja napetost v območju od 0V do 12V. Ta krmilna napetost določa amplitudo izhodnega signala. Potenciometer v začetku nastavimo v srednji položaj, potem pa z vrtenjem drsnika povečujemo ali zmanjšujemo amplitudo izhodnega sinusnega/trikotnega signala. Ustrezen nivo nastavimo z uporabo osciloskopa. Običajna vrednost enosmerne napetosti na nožici 1 integriranega vezja je okoli 10V.
- Trimer potenciometer P4 je namenjen nastavljanju simetrije izhodnega sinusnega/trikotnega signala. Nastavitev opravimo z uporabo osciloskopa.
- Trimer potenciometer P5 služi nastavitvi najmanjšega harmoničnega popačenja sinusnega signala. Nastavitev opravimo z uporabo osciloskopa.

- Na uporu R1 oziroma na nožici 11 integriranega vezja z osciloskopom kontroliramo obliko pravokotnih signalov.

Izmerjene orientacijske vrednosti enosmernih napetosti na ploščici funkcijskega generatorja:

Merilna točka	Napetost	Opomba
IC Pin 1	cca 10 V	Nastavimo z P3
IC Pin 2	cca 6V	S3 v položaju SINUS
IC Pin 4	+ 12V	Napajanje
IC Pin 7	3V	Ne glede na drsnik P2
IC Pin 10	3V	Interna IC referenca
IC Pin 12	0V	Masa
+ pol C2	6V	
Skupna točka P1 in P2	2,8V	Desni skrajni položaj P2
Skupna točka P2 in R3	0,3V	Levi skrajni položaj P2
T1 Emitor	5,3V	S3 v položaju SINUS
+ pol C9	7,1V	
T2 Kolektor	6,5V	
T5 Baza	4,4V	
+ pol C10	5,5V	
Skupna točka R17 in D4	10,4V	

12. Opiši razliko med digitalnim in analognim instrumentom:

13. Čemu služi na univerzalnem instrumentu črni priključek z oznako COM?

Funkcije nastavljevih elementov

Preklopnik S2:

S pomočjo 4-položajnega preklopnika **S2**, ki na integrirano vezje priklaplja ustrezen kondenzator, v grobem določamo frekvenčno območje izhodne napetosti. Na preklopniku imamo oznake x1, x10, x100 in x1000. Oznake se nanašajo na skalo potenciometra, ki služi za fino in zvezno regulacijo frekvence v območju od 10 - 100 Hz.

Tako dobimo štiri zvezna področja:

položaj 1 ►	10-100Hz (x1) =	10-100Hz
položaj 2 ►	10-100Hz (x10) =	100-1000Hz
položaj 3 ►	10-100Hz (x100) =	1000-10.000Hz
položaj 4 ►	10-100Hz (x1000) =	10.000-100.000Hz

Preklopnik S3:

3-položajni preklopnik **S3** služi za izbor oblike izhodnega signala. Možne so naslednje oblike:

položaj a ►	sinusna napetost
položaj b ►	trikotna napetost
položaj c ►	pravokotna napetost

Trimer potenciometer P1:

Nastavljanje meja regulacije frekvence izhodnega signala (P2)

Potenciometer P2:

Fina regulacija frekvence izhodnega signala v razmerju 1:10

Trimer potenciometer P3:

Osnovna nastavitvev amplitude signala na izhodu integriranega vezja XR2206

Trimer potenciometer P4:

Simetriranje sinusnega in trikotnega signala

Trimer potenciometer P5:

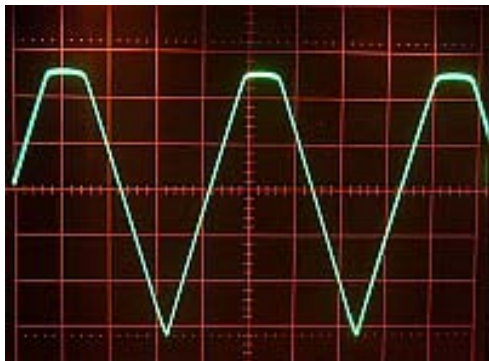
Nastavitvev najmanjšega harmoničnega popačenja sinusnega signala

Potenciometer P6:

Nastavitvev amplitude signala na izhodu iz funkcijskega generatorja

14. Opiši razliko navadnim in trimer potenciometrom:

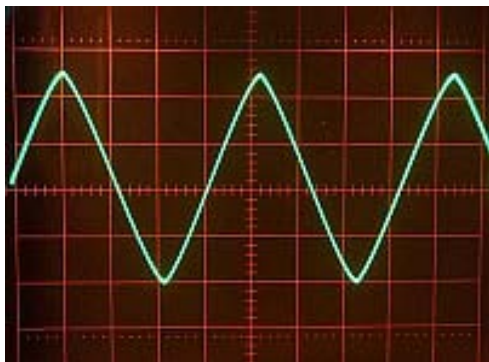
Kontrola in nastavitev izhodne napetosti s pomočjo osciloskopa



Nesimetriran signal trikotne oblike



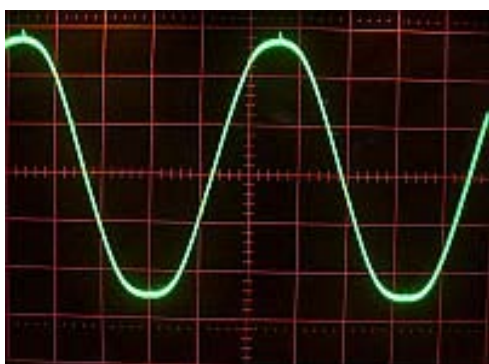
Dobro simetriran signal trikotne oblike



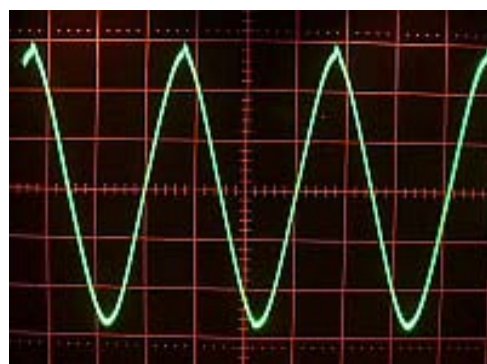
Sinusni signal, zaenkrat še podoben izvornemu trikotnemu



Pravilno simetriran sinusni signal z majhnim harmoničnim



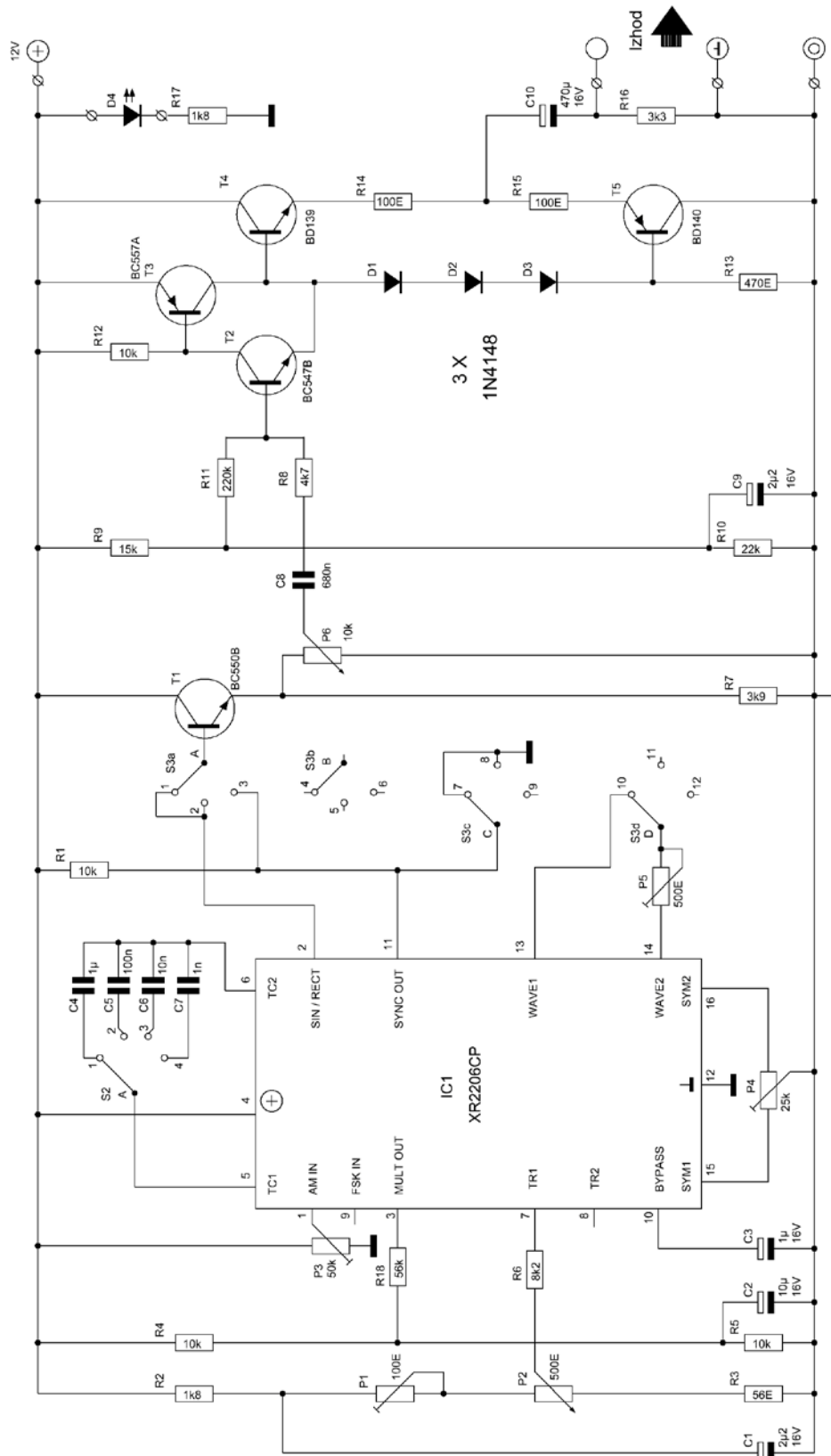
Dobro vidna napetostna konica na vrhu sinusnega signala pri frekvencah nad 1kHz je posledica interne zgradbe vezja XR2206.



Popačenje sinusnega signala nad frekvenco 50kHz, ki ga tudi s precizno nastavitvijo potenciometra ni možno več

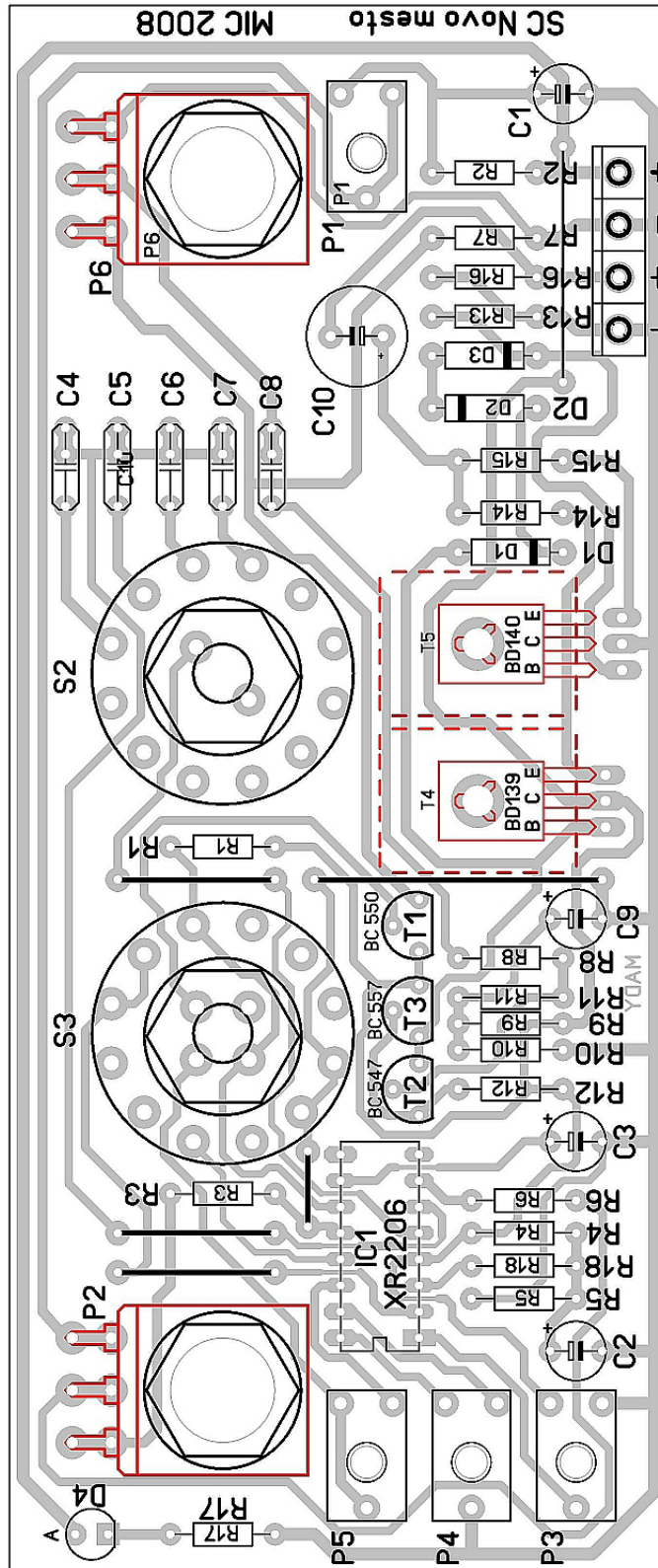


5. ELEKTRIČNA SHEMA FUNKCIJSKEGA GENERATORJA





6. MONTAŽNI NAČRT GENERATORJA



7. SEZNAM UPORABLJENEGA MATERIALA:

Oznaka	Kos	Naziv materiala	koda
	1	vitroplast 1,5mm/35mm 162x62mm	
IC1	1	int.vezje XR 2206 CP	
	1	podstavek DIL 16	
T1	1	NPN tranzistor BC 550B	
T2	1	NPN tranzistor BC547B	
T3	1	PNP tranzistor BC557A	
T4	1	NPN tranzistor BD139	
T5	1	PNP tranzistor BD 140	
	2	izolacijska podložka silikonska TO220	
	2	hladilo HR-95/15	
	2	vijak M3x10mm pocinkan	
	2	matica M3 pocinkana	
	4	podložka navadna M3 pocinkana	
	2	podložka nazobljena ali vzmetna M3 pocin	
D1-3	3	dioda 1N4148	
D4	1	LED dioda ,F5,rdeča, 20mA	
P1	1	trimer pot. Ležeči PT15 LV, 100E	
P3	1	trimer pot.ležeči PT15LV, 50kE	
P4	1	trimer pot.ležeči PT15LV, 25kE	
P5	1	trimer pot.ležeči PT15LV, 500E	
P2	1	potenciometer, lin., CIP162, 470E	
P6	1	potenciometer,lin., CIP162, 10kE	
S2	1	preklopnik 4položaji, 1poli	
S3	1	preklopnik 3položaji, 4poli	
C1,9	2	EL-KO 2,2mF/35V	
C2	1	EL-KO 10mF/16V	
C3	1	EL-KO 1mF/35V	
C10	1	EL-KO 470mF/16V	
C4	1	kondenzator MKS2 1mF/63V	
C5	1	kondenzator MKS2 0,1mF/63V	
C6	1	kondenzator MKS2 10nF/63V	
C7	1	kondenzator FKS2 1nF/100V	
C8	1	kondenzator MKS2 680nF/63V	
R1,4,12,5	4	ogljenooplastni upor 1/4W,10kE	
R2,17	2	ogljenooplastni upor 1/4W,1k8	
R18	1	ogljenooplastni upor 1/4W,56k	
R3	1	ogljenooplastni upor 1/4W,56E	
R6	1	ogljenooplastni upor 1/4W,8k2	
R7	1	ogljenooplastni upor 1/4W,3k9	
R9	1	ogljenooplastni upor 1/4W,15kE	
R11	1	ogljenooplastni upor 1/4W,220kE	
R8	1	ogljenooplastni upor 1/4W,4k7	



R10	1	ogljenooplastni upor 1/4W,22kE	
R13	1	ogljenooplastni upor 1/4W,470E	
R14,15	2	ogljenooplastni upor 1/4W,100E	
R16	1	ogljenooplastni upor 1/4W,3k3	
		termično prevodna pasta	

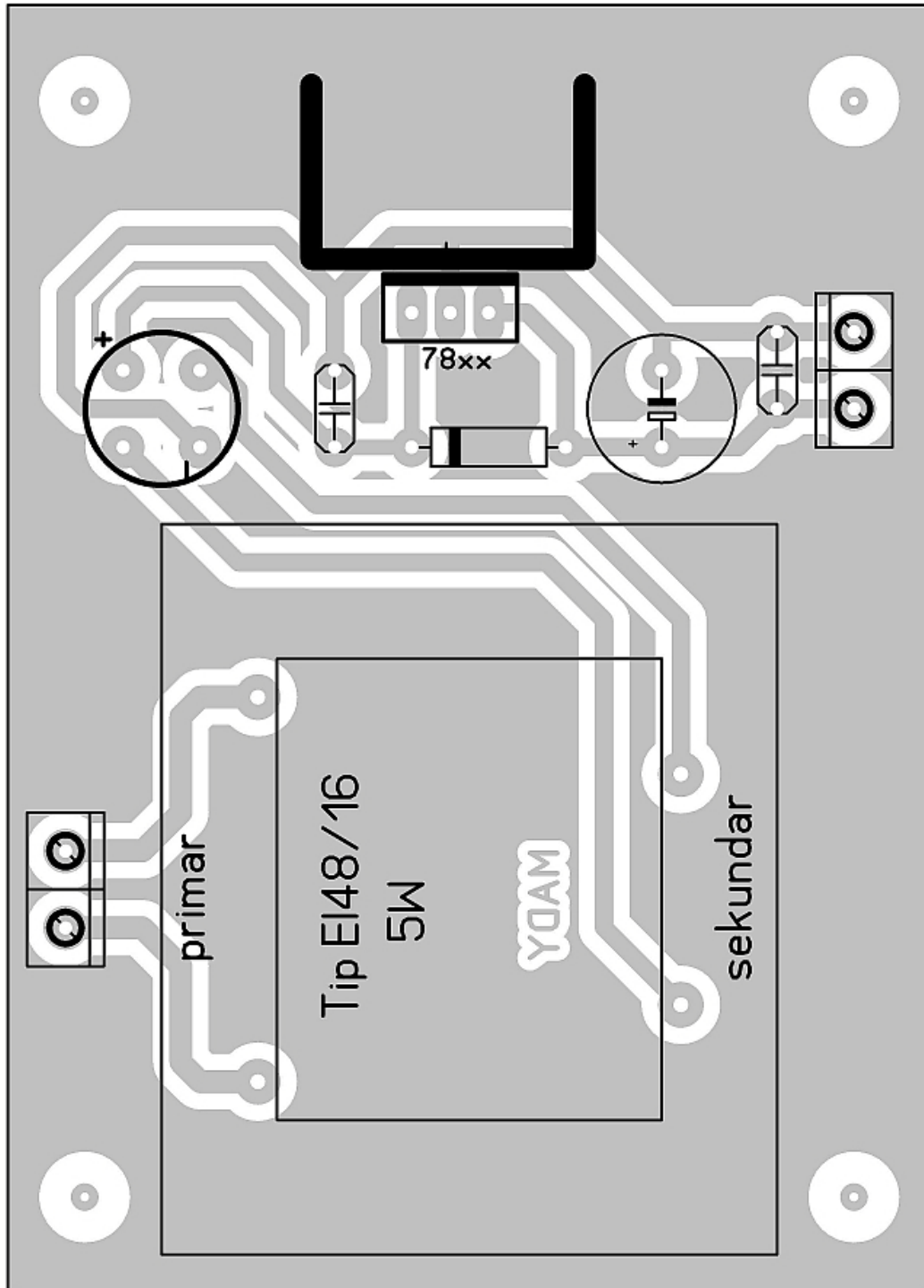
15. Iz katerih materialov je sestavljena ploščica tiskanega vezja (laminat) ?

16. Opiši bistveno razliko med PNP in NPN tranzistorji:

17. Kateri upori imajo manjši termični šum, ogljenooplastni ali metalplastni ?

18. Čemu služi silikonska podložka pod močnostnim tranzistorjem ?

8. MONTAŽNI NAČRT NAPAVALNIKA



9. PONOVI MO

Kaj je funkcijski generator?

Opiši osnovne značilnosti sinusne in pravokotne napetosti.

Slišno frekvenčno območje zdravega človeškega ušesa je (od-do)?

Opiši razliko med srednjo, efektivno in maksimalno vrednostjo izmenične električne napetosti.

Kaj so harmonska popačenja?

Kaj je integrirano vezje?

Opiši značilnosti uporabljenih elektronskih komponent.

Opiši razliko mer prevodnikom, izolatorjem in polprevodnikom.

Laminat FR4 je sestavljen iz?

Opiši postopek izdelave tiskanega vezja.

Zakaj je v spajkah prepovedana uporaba svinca?

Kaj je osciloskop?

Vloga napajalnika v elektronskih napravah.

Čemu služi integrirani stabilizator?

Zakaj mora biti kovinsko ohišje naprave ozemljeno?

Naštej mejne vrednosti enosmerne in izmenične napetosti, od katere naprej jih že lahko štejeemo za smrtno nevarne.

10. MEDPREDMETNO POVEZOVANJE

Povezava s tujim jezikom:

izdelava slovarja strokovnih izrazov, iskanje originalnih tovarniških podatkov o uporabljenih komponentah s pomočjo internetnega iskalnika in prevajanje bistvenih značilnosti...

Povezava s slovenskim jezikom:

Poskusite najti slovenske ekvivalente uporabljenim strokovnim terminom. Oblikujte poročilo po zaključenem delu.

Povezava z ostalimi strokovnimi moduli:

Uporabljene komponente in sklopi, njihova montaža in umerjanje izgotovljene naprave globoko posegajo v bistvo večih strokovnih modulov. Zato so možnosti povezav skoraj neomejene.

11. LITERATURA IN VIRI

Revija Elektor, številka 9/1992: Funktionsgenerator

Firma Exar, Applications note for XR2206

Roman Kapš: Gradivo za tekmovanje elektro šol 2008