

Detektor kovin

Ali ste si kdaj želeli, da bi našli skriti zaklad?

AVTOR: BEREND TOMISLAV
E-POŠTA: BEREND.VT@SIOL.NET
PRODAJA:
WWW.SVET-EL.SI

Ena od prvih naprav, ki sem jih naredil še kot mladostnik, je bil preprost detektor kovin. Kasneje sem izdelal nekaj kosov detektorjev po načrtih, ki so bili objavljeni v reviji SAM. Glede na ponudbo in cene, ki se gibljejo med nekaj sto in nekaj tisoč evrov, sem se odločil, da izdelam malce posodobljeno inačico Pusle induction detektorja.

Z napredovanjem tehnologije so napredovali tudi detektorji kovin, ki danes slonijo na mikroprocesorjih. Mikroprocesorji zamenjujejo veliko število vezij tako, digitalnih kot tudi analognih.

V tem prispevku bom opisal izdelavo detektorja kovin, ki deluje na "pulse induction" principu. Detektor je občutljiv in enostaven za izdelavo, vendar pa ima pomanjkljivost, da ne razlikuje vrste kovin. Pa poglejmo zgodovino detektorjev kovin.

ZGODOVINA

Že od davnine so si ljudje želeli instrument, ki bi jim pomagal priti do skritega zaklada. Prvi zapisi sežejo v leto 1830 in poskuse geologa R. W. Foxa. Prvi detektorji so zaznavali samo prevodnost tal in s tem tudi prisotnost mineralov.

Leta 1879 je profesor D. E. Huges predstavil prvi "induction balance" (IB) detektor kovin. Detektor je bil uporabljen v londonski bolnišnici za določanje kovinskih predmetov v ljudskih telesih. Ta princip delovanja tudi danes uporabljal velikosobni detektorjev kovin.

1881. leta je Graham Bell uporabil detektor kovin in z njim našel izstrelek, ki je zadel predsednika Jamesa Garfielda.

Prvi prenosni detektorji so se pojavili leta 1925, njihov izumitelj pa je bil Gerhard Fischer, ki je kasneje ustanovil po djetje A&S Company, katero je tudi izdeloval prve komercialne naprave.

Principi delovanja se niso veliko spremenili, spremenil se je način obdelave signalov, s tem pa tudi občutljivost in natančnost detektorjev kovin. Princip pri-

vseh detektorjih temelji na dejstvu, da se induktivnost tuljave spreminja, če se v njeni bližini nahaja kovinski predmet.

PRINCIPI DELOVANJA NEKATERIH DETEKTORJEV KOVIN

IB (INDUCTION BALANCE)

To je eden od najstarejših principov in kljub temu se danes še vedno uporablja.

Na sliki 3 je prikazana blok shema IB detektorja. Detektor deluje na zelo nizkih frekvencah, od 15 do 25 kHz (VLF). Osnovni del je ustvarjal elektromagnetno polje, katero se induktivno prenaša tudi na drugo tuljavico. Obe tuljavi se medsebojno prekrivata, tako da na ojačevalnik prihaja samo manjši del signala. Ta signal se ojača ter usmeri v detektorju. Iz detektorja se signal pelje na DC ojačevalnik. Tako dobavljen enosmerni signal se pelje na vezje "choper". Choper je vezje, ki enosmerni signal prekinja v taktu, ki ga določi oscilator. Namreč frekvenca oscilatorja se deli z določenim faktorjem. Rezultat tega je impulzni signal, katerega peljemo na NF ojačevalnik.

V primeru, da se v bližini iskalnih tuljav najde kovinski predmet, bo ta predmet porušil ravnovesje med tuljavami in se bo v "sprejemni tuljavi" induciralna višja napetost.

Posledično bo na vhodu v choper višja napetost, kar bo ustvarilo močnejši NF signal na izhodu. To pomeni, da se nastali ton spreminja amplitudno, frekvenca pa ostane enaka.

Prednosti tega principa je velika občutljivost, pomanjkljivosti pa so potreba po zelo natančni izdelavi in uglaševanju iskalnih tuljav in vpliv na delovanje.

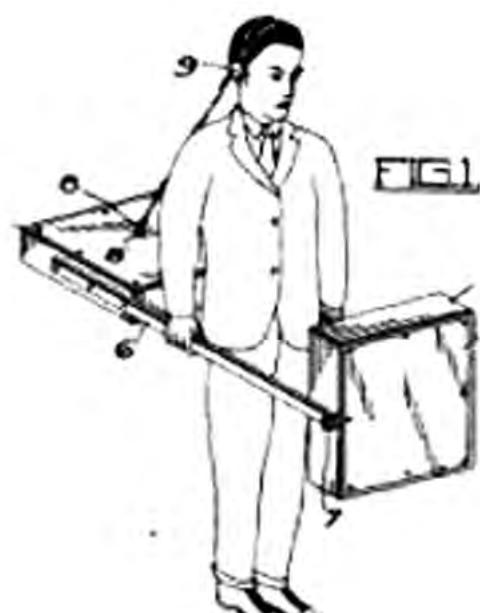
BFO (BEAT FREKVENCY)

To je prav tako ena od najstarejših metod odkrivanja kovinskih predmetov. Princip delovanja je zelo enostaven. Sestavni del oscilatorja je iskalna tuljava. Frekvenca oscilatorja je odvisna od induktivnosti tuljave. Oscilator 1 je uglasen na frekvenco, ki je skoraj enaka frekvenci oscilatorja 2, kateri je po navadi narejen s kristalom zaradi večje stabilnosti frekvence. Ko iskalno tuljavo približamo feromagnetenemu materialu, se induktivnost tuljave spremeni, posledica tega je sprememba frekvence



A Gold Finder, Circa 1870.

Slika 1: Prvi poskusi uporabe detektorjev kovin



Slika 2: Eden prvih komercialnih detektorjev kovin

oscilatorja 1. Oba signala peljemo v mešalnik, ki nam da na izhodu ves spekter frekvenc, se pravi obe vhodni frekvenci, višje harmonične frekvence, pa tudi frekvenci, ki sta vsoča in razlika obeh frekvenc. Razlika obeh frekvenc bo v človeku slišnem področju in bo toliko višja, kolikor bolj se bo spremenila induktivnost iskalne tuljave. Zato s filtrom izločimo samo razliko frekvenc, katera mora biti v slušnem področju, jo vedimo na nizkofrekvenčni ojačevalnik in v slušalke. Kolikor bolj visok bo pisk v slušalkah, toliko bolj je spremenjena induktivnost iskalne tuljave.

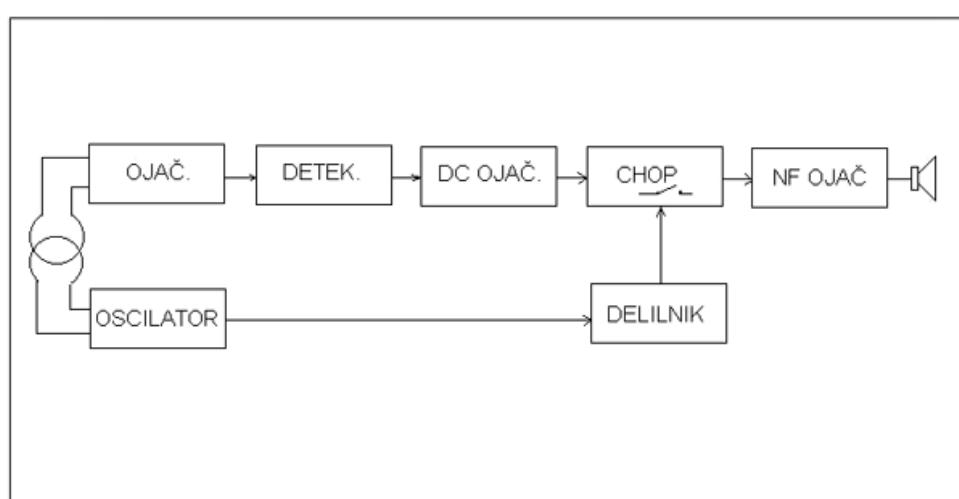
S spremenljivim kondenzatorjem na oscilatorju A nastavimo frekvenco oscilatorja, tako da bo ton na izhodu ojačevalnika čim bolj stabilen, razlika med frekvencami pa čim večja. V primeru, da se v bližini tuljave najde kovinski predmet, se bo spremenila induktivnost tuljave, s tem pa tudi frekvanca oscilatorja 1, posledično pa tudi izhodna frekvanca. Induktivnost tuljave se ne bo veliko spremenila, s tem pa bo tudi razlika izhodne frekvence zelo majhna.

V primeru, da oscilatorja nihata na frekvenci 200 kHz in se induktivnost spremeni za 0,01 %, se bo izhodna frekvanca spremenila za 20 Hz. Da bi prišli do večje razlike, moramo povisiti frekvenci obeh oscilatorjev, to pa povleče za seboj tudi samo stabilnost nihanja oscilatorja, tako da moramo najti neko optimalno vrednost.

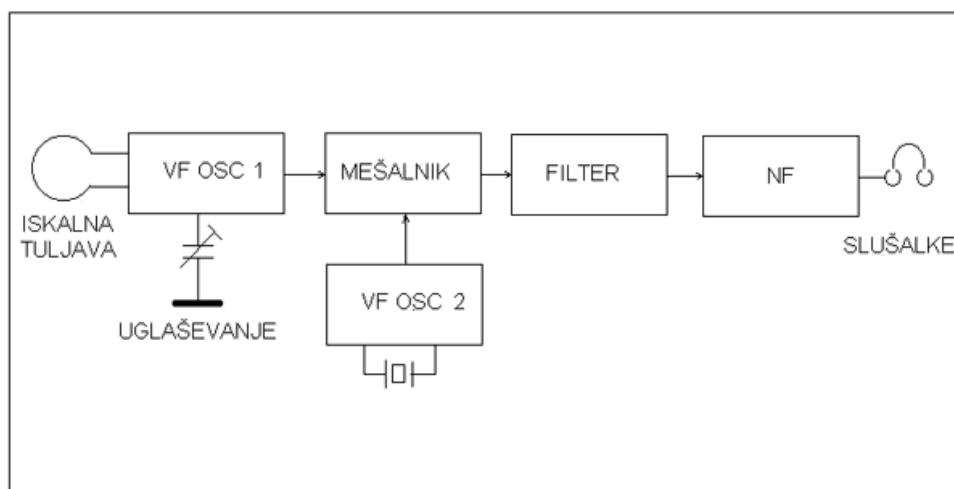
Prednosti tega detektorja so enostavna izdelava in enostavna izdelava iskalne tuljave. Pomanjkljivost je zelo velik vpliv tal na delovanje detektorja.

T/R (TRANSMITT/RECEIVE)

T/R (transmitt/receive) detektorji so zelo podobni IB detek-



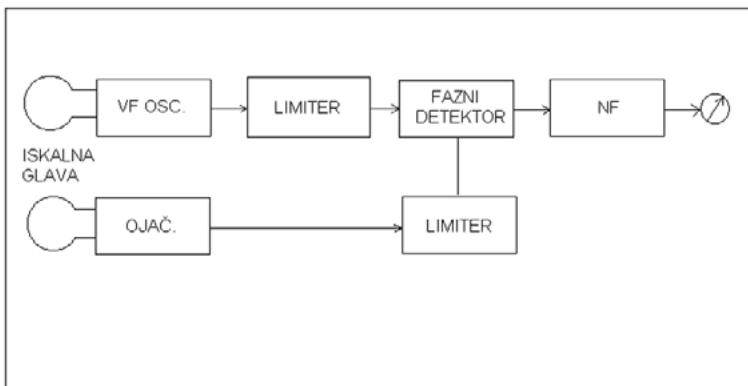
Slika 3: Blok shema IB detektorja kovin



Slika 4: Blok shema BFO (beat frekvency) detektorja kovin

torjem. Signal iz oscilatorja se z ene strani pelje na iskalno tuljavo ter na vezje za omejevanje signala (limiter). Signal iz sprejemne tuljave se ojači in pelje na vezje za omejevanje. Na fazni detektor prihajata dva signala, ki morata po amplitudi imeti enak nivo, fazni zasuk med njima pa mora biti takšen, da sta v protifazi in je na detektorju umerjen izhodni signal nič.

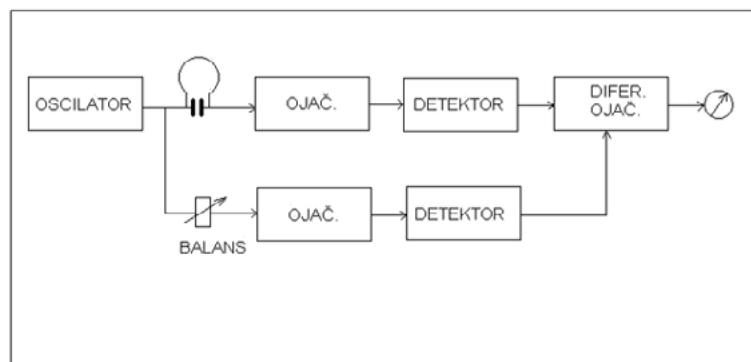
V primeru, da se v bližini iskalne glave (tuljav) najde kovinski predmet, se sklop med obema tuljavama pokvari in napetost na sekundarni tuljavi bo tako napetostno kot fazno spremenjena, fazno ravnovesje pa



Slika 5: Blok shema T/R (Transmitt/receive) detektorja kovin

bo porušeno, kar bo dalo enosmerno napetost, ki jo ojačimo v DC ojačevalniku in prikažemo na instrumentu.

Tudi pri tej izvedbi je uglaševanje tuljav zelo težavno, prav tako vpliv tal zelo otežuje delo s tem detektorjem v primeru, da nima vezja za avtomatsko prilagajanje.



Slika 6: Blok shema OR (off resonance) iz resonance detektorja kovin

OR (OFF RESONANCE) IZ RESONANCE

Pri tej vrsti detektorja se signal iz oscilatorja pelje z ene strani preko zapornega nihajnega kroga na ojačevalnik, z druge strani preko vezja za uravnoteženje pa signal vodimo na drugi ojačevalnik. Zaporni nihajni krog je uglašen na frekvenco oscilatorja, tako da maksimalno duši prehod signala. Signali se iz ojačevalnikov peljejo na detektorje. Iz detektorjev se signali peljejo na diferencialni ojačevalnik. Če je vezje uravnoteženo, bo signal na izhodu diferencialnega ojačevalnika enak nič. Prisotnost kovine v bližini iskalne tuljave spremeni induktivnost tuljave, s tem resonančno frekvenco nihajnega kroga, ki naenkrat ni več ista frekvanca kot frekvanca oscilatorja, in s tem postane zaporni nihajni krog prepustnejši za frekvenco oscilatorja. Izvod iz diferencialnega ojačevalnika ne bo več enak nič. Izvod iz ojačevalnika vodimo na instrument za optično indikacijo ali pa na napetostno upravljan oscilator za tonsko indikacijo.

PI (PULSE INDUCTION)

PI detektorji delujejo na popolnoma drugačnem principu, čeprav tudi oni izkoriščajo spremembo induktivnosti tuljave. Na sliki 7 je prikazana blok shema PI detektorja.

Generator impulzov ustvarja impulze, ki so časovno uskljeni in se z ene strani peljejo na močnostno stopnjo in na elektronsko stikalo. Ko na tuljavo pripeljemo impulz velike moči, se okrog tuljave ustvari zelo močno magnetno polje. Izgled impulza na tuljavi vidimo na sliki 8.

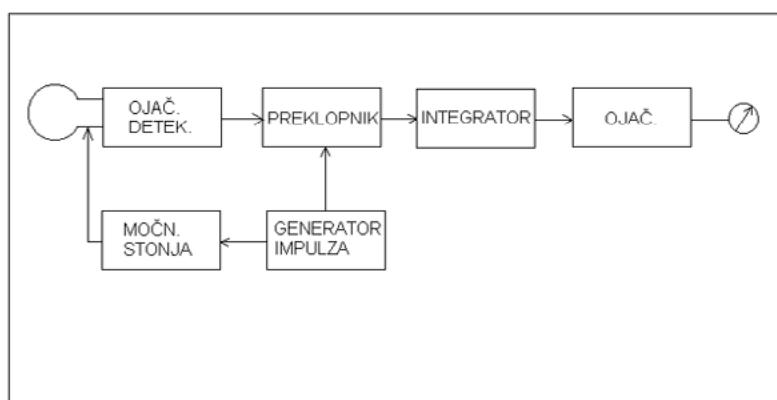
Ko prekinemo tok na tuljavi, pride do rušenja magnetnega polja in s tem do samoindukcije. Dobimo po amplitudi zelo velik napetostni impulz nasprotne polaritete. Da zaradi parazitnih kapacitivnosti ne bi prišlo do nihanja, tuljavo zadušimo z uporom.

Kovina v bližini tuljave bo povečala induktivnost tuljave in s tem energijo, ki se bo sproščala po prekiniti toku, tako dobimo dodatno napetost v tuljavi. Te dodatne napetosti so zelo majhne, vendar dovolj velike, da jih lahko zaznamo. Ker so ovrednotenja vredne napetosti šele po preteknu nekega časa, se šele takrat pozna razlika med impulzom, kadar je v bližini feromagnetni material, in impulzom, kadar ga ni. Šele po preteknu tega časa elektronsko stikalo spusti signal v integrator. Le-ta časovno sešteva (integrira) napetost po času. Napetost iz integratorja vodimo na ojačevalnik ter na vezje za indikacijo oziroma na napetostno krmiljen generatora tona.

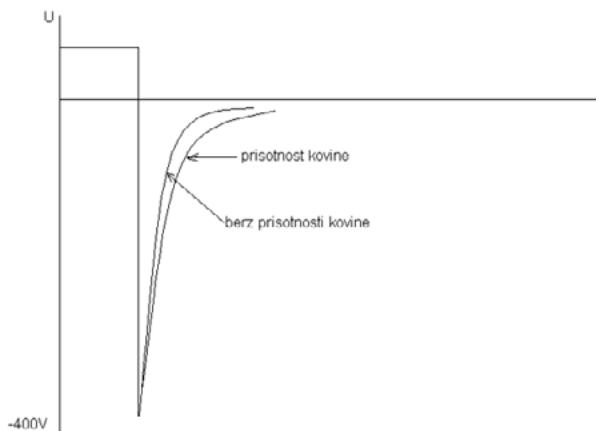
Prednost tega detektorja je enostavna izdelava iskalne tuljave ter neobčutljivost na vpliv tal (razen, če ne vsebujejo veliko mineralov). Pomanjkljivost te izvedbe je, da ne razlikuje vrste kovin, prav tako iskalna glava za večjo občutljivost ne sme vsebovati kovinskih delov. Pomanjkljivost je tudi velika poraba energije in malo bolj zapletena izvedba.

PI DETEKTOR KOVIN, UPRAVLJAN Z MIKROPROCESORJEM

Če za PI detektor uporabimo mikroprocesor, nam le-ta reši celo vrsto nalog. Generira nam potrebne impulze točno zahetvane frekvence, točno meri čas in časovno odvisno meri



Slika 7: Blok shema PI (Pulse induction) detektorja kovin



Slika 8: Izgled impulza na iskalni tuljavi PI detektorja

odzive. Namesto integratorja nam kar s svojim hitrim A/D pretvornikom ob pravem času izmeri napetost odzivnega impulza.

Za srce detektorja sem izbral ATMega8, ker ima vse, kar potrebujem. Lahko dela s taktom do 16 MHz, ima 6 AD pretvornikov, dovolj RAM-a in Flash spomina ter dovolj pinov za priklop potrebne periferije. Za prikaz informacij sem uporabil LCD displej (2 x 16 znakov).

Na sliki 9 je prikazana shema detektorja. Celo shemo lahko razdelimo na nekaj delov:

- napajalni del,
- mikroprocesor s prikazovalnikom in elementi za nastavitev parametrov,
- močnostni del,
- iskalna tuljava,
- detektor in ojačevalnik.

OPIS VEZJA

Napetost baterije pripeljemo na vezje preko dušilke (le-ta zduši motnje, ki jih ustvarjata močnostni del in iskalna tuljava). Za dušilko se nahaja zaščitna dioda, ki "poreže" negativne konice, ki nastanejo zaradi samoindukcije v tuljavi, prav tako ščiti vezje pred napačno priklopljeno polaritetom baterije. Sledi elektrolitski kondenzator velike kapacitete (10.000 μ F). Ta kondenzator je zelo pomemben, ker brez njega lahko pride do sesedanja napetosti baterije ob generirajujučem impulzu. Na tej točki se nahaja izhod za močnostni del (+12 V). Sledi petvoltni regulator, katerega procesor potrebuje za svoje delovanje. Ker za delovanje ojačevalnika potrebujemo tudi negativno napetost, sem uporabil ICL7660 (U2). Na nogici 5 U2 dobimo napetost -5 V.

Že prej sem povedal, da je zelo pomembno, kdaj bomo merili napetost na iskalni tuljavi. Od tega je v veliki meri odvisna tudi občutljivost detektorja. Časovna zakasnitev merjenja je odvisna tudi od tuljave in širine impulza. Širši impulz bo v iskalni tuljavi ustvaril več energije, s tem pa tudi bolj počasno upadanje napetosti na tuljavi.

Zaradi tega so predvidene tipke za nastavitev teh parametrov (sirina+, sirina-, zakasnitev+ in zakasnitev-).

Na vratih C.o, ki so konfigurirana kot izhod, procesor ustvarja kratek impulz (100 do 450 μ s). To je impulz, ki bo v naši iskalni tuljavi ustvaril magnetno polje. Od širine tega impulza je odvisna tudi moč našega detektorja. Širši impulz bo v tuljavi ustvaril močnejše magnetno polje, s tem pa tudi večji doseg detektorja. Širino impulza lahko spremenjamo v korakih po 50 μ s, in sicer med 100 in 450 μ s. Impulz s procesorja peljemo na gonilnik za P-FET U5 (ICL7667). P-FET ima vlogo močnostne stopnje. Zakaj P-FET? V primeru, da bi uporabili N-FET, to je napetost, ki je za nas zanimiva, bi se dogajalo okrog napajalne napetosti, to pa pomeni, da bi morali ojačevalnik napajati z dvojno napetostjo (+12 Vter -12 V). Posledično bi morali napetost, ki jo merimo s procesorjem, nekajkrat zmanjšati, preden bi jo merili, ker na AD pretvornik lahko pripeljemo napetost do 5 V.

Kot FET sem uporabil IRF9630, ki prenese maksimalno negativno napetost okrog 200 V. Veliko bolje bi se obnesel MPT2P50E, ki prenese napetost do 400 V, vendar ga nisem našel. Je težje dobavljen. Na tranzistor obvezno dajte hladilno telo, ker se bo tranzistor med delovanjem segreval, še posebej, če boste uporabljali slabo izdelano iskalno tuljavo. Na source FET-a je priklopljena iskalna tuljava, vzporedno njej pa upor, ki ima vlogo zadušiti oscilacije v tuljavi. Vzporedno uporu in tuljavi je priklopljena dvosmerna supresorska dioda D2 PKE6KE400CA (200 ali 400 V, odvisno od tranzistorja, ki ga uporabljamo). Ta dioda ima namen zaščiti tranzistor pred prevelikimi negativnimi napetostmi, ki se ustvarjajo na tuljavi.

Obliko impulza na iskalni tuljavi lahko vidimo na sliki 11.

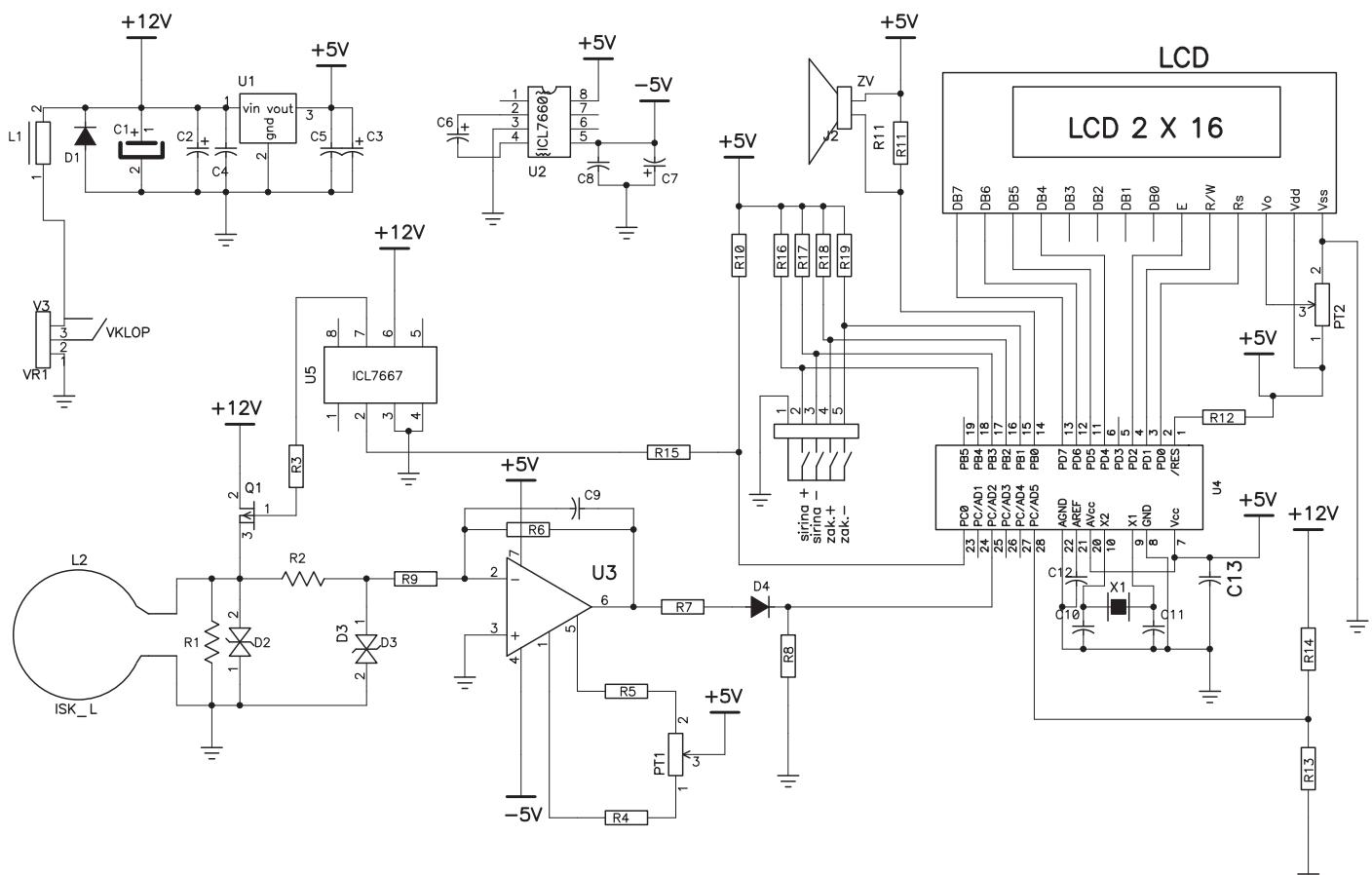
Vzporedno temu delu je priklopljen detektorski del, ki je sestavljen iz upora R2 in diode D3. Dioda D3 je supresorska dvosmerna dioda P6KE5VCA. Dioda omeji signal na vhodu v ojačevalnik.

Ojačevalnik je narejen z operacijskim ojačevalnikom LF356 (nekaj slabše se obnesejo LF357 ali LM318, so pa še vedno uporabni). S potenciometrom, ki je vezan na nogice 1 in 5, lahko premikamo signal proti pozitivnem ali negativnem polu napajanja, s tem pa nastavljamo ničlo našega detektorja. Signal na izhodu iz ojačevalnika lahko vidimo na sliki 12.

Ker na A/D pretvornik lahko pripeljemo samo pozitivne napetosti, se na izhodu iz ojačevalnika nahaja dioda D4 (priporočam uporabo hitre Shotky diode). Signal peljemo na vhod procesorja ADC2. Kot referenčno napetost sem uporabil napetost napajanja +5 V.

Napetost bomo merili z zakasnitvijo, ki jo določimo s tipkama 'Zak.+' in 'Zak.-'. Z zakasnitvijo bomo določili trenutek merjenja glede na uporabljenou tuljavo in moč detektorja. Zakasnitev lahko nastavljamo v korakih po 5 μ s, in sicer v razponu od 40 do 85 μ s. Moč detektorja nastavljamo s tipkami 'sir.+' in 'sir.-' v razponu 100, 200, 300, 350, 400 in 450 μ s.

Na vhod ADC5 je preko delilnika pripeljana napetost napajanja, ker detektor na začetku delovanja ter približno vsake pol minute preverja stanje baterije. V primeru, da je napetost baterije manjša od 9 V, procesor ne bo ustvarjal impul-



Slika 9: Shema PI detektorja, narejenega z mikrokontrolerjem

zov na detektorski tuljavi in nas bo preko LCD-ja opozoril, da je napetost baterije nizka (detektor bo prenehal z delovanjem).

LCD je priklopljen na vrata D, in sicer na malce neobičajen način. Bascom je zelo potraten s časovnimi intervali. Navaden ukaz LCD "nnn" vzame za izpis veliko časa, ker program po poslanem ukazu v LCD čaka določen čas, da krmilnik v LCD-ju opravi delo. Da bi se izognili temu, sem uporabil ukaze:

```
$lib "lcd4busy.lib"
Const _lcdport = Portd
Const _lcdddr = Ddrd
Const _lcdin = Pind
Const _lcd_e = 2
Const _lcd_rw = 1
Const _lcd_rs = 0
```

Po uporabi takšne konfiguracije LCD-ja je izpis na LCD dovolj hitre, s tem pa tudi detektor lahko hitreje premikamo preko iskalne površine. Prav zaradi tega bodite pozorni, če boste uporabili displej iz kakšne druge naprave, ker je pin R/W verjetno povezan na negativni pol napajanja, tukaj pa je vezan na pind.1.

LCD NAM PONUJA VSE PODATKE, KI JIH POTREBUJEMO.
Vzgornji vrstici je najprej izpisana napetost napajanja, sledi širi-

na impulza v μ s ter zakasnitev merjenja, prav tako v μ s.

V spodnji vrstici se nahaja BAR GRAPH displej in na koncu vrstice še številčna vrednost meritve.

Na izhodna vrata B.o je priklopljen PIEZZO zvočnik. Da nam ne bi bilo potrebno nepreklenjeno gledati v LCD, sem dodal še zvočno opozorilo, ki zvok ustvarja v prekiniti rutini po vsakem ciklu meritve. Zvok spreminja frekvenco in ne intenzitete. Pri normalnem delovanju bomo iz zvočnika slišali samo "klik" vsako sekundo. Glede na izmerjeno vrednost bo zvok spreminjal frekvenco, kar je bolj zaznavno kot sprememba intenzitete zvoka.

Na začetku programa najprej nastavim porte, zato ker so po resetu vsi porti na visokem nivoju, kar bi imelo za posledico prejanje FET-a, zato portc.otakoj nastavim kot izhodni ter ga postavim na nizek nivo. Sledi definiranje ADC-a, nastavitev Timera (za ustvarjanje zvoka), definiranje LCD-ja ter spremenljivk.

Prav tako na začetku programa preverim napetost baterije. V primeru, da je napetost manjša od 9 V, gre program v podprogram, v katerem izpiše opozorilo, da je napetost baterije nizka in se vrati v neskončni zanki, uporaba detektorja ni mogoča. Če je napetost baterije v mejah, potem program preide v glavno zanko. V glavni zanki, ki jo ponovim 40-krat, ustvarim impulz, po impulzu počakam za vrednost nastavljene zakasnitve ter opravim meritve. Vseh 40 meritov seštejem ter po 40 ciklih de-

lim s 40, da dobim srednjo vrednost. Na osnovi srednje vrednosti izpišem vrednost na LCD-ju v obliki bar graph paličnega diagrama ter to isto vrednost izpišem še številčno na koncu druge vrstice. Številčna vrednost nam bolj natančno pove, za kakšno velikost spremembe gre, ker z grafičnim prikazom ne moremo dovolj natančno prikazati vrednosti. Istočasno glede na srednjo vrednost spremenim ton piskača. Prav tako pogledam, ali je spremenjena katera od nastavitev "MOČ" "ZAKASNITE". V primeru, da se nova meritev razlikuje od stare, ustrezno spremenim vrednost dane spremenljivke ter jo izpišem na LCD displej. Na ta način varčujem s časom, ki ga LCD potrebuje za izpis.

Napetost napajanja ne meri veskozi, ampak meritev opravi približno vsakih 30 sekund.

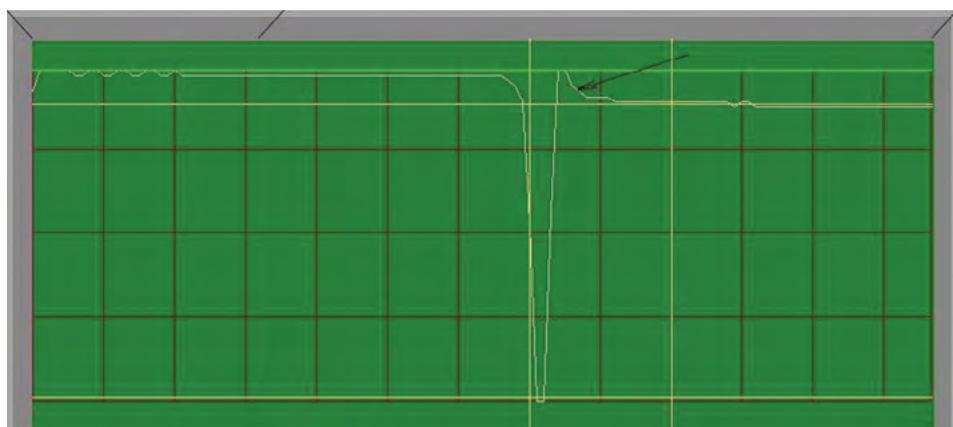
ISKALNA TULJAVA

Izdelava iskalne tuljave ni zahtevna. Najlažje jo boste naredili tako, da na kos lesa narišete krog premera 20 cm. Tako narisan krog razdelite na 16 enakih delov. Na žebliček navlecite košček bužirke ter ga zabijete na označeno mesto na krožnici. Na tako pripravljeno pripravo navijte 30 ovojev lakovane bakrene žice premera 0.6 mm.

Ko navijete tuljavo, vzemite sukanec in zraven vsakega žeblička trdo zvezite ovoje, prav tako to naredite tudi med žeblički. Odstranite žebličke in z izolirnim trakom trdo ovijte navitje. Na koncu navitja prispejkajte koaksialni kabel, ki naj ne bo daljši od 2 m, ter z njim povežite tuljavu z detektorjem. Tako narejeno tuljavo pritrdite na kakšno osnovo iz vezanega lesa ali podobno, da jo boste lahko na koncu pritrdili na drog, ki bo tudi nosilec celotne naprave.

Manjša tuljava vam bo omogočila iskanje manjših predmetov, ampak bo obenem zmanjšala doseg, večja tuljava vam bo omogočila iskanje večjih predmetov na večji razdalji, vendar bo manj občutljiva za manjše predmete. Lahko preizkusite tudi druge oblike (tuljava znotraj tuljave ali pa oblika deteljice). Sam nisem preizkušal teh oblik, delal sem z 20- in 30-centimetrskimi tuljavami in dosegel takšno občutljivost, da je detektor zaznal kovanec za 20 centov na razdalji več kot 20 cm. Pomembno je, da sama tuljava ne vsebuje kovinskih delov (nosilci ali drog, na katerega bo pripeta tuljava).

Induktivnost tuljave naj bi bila okrog 400 μH in vse v bližini te vrednosti bo dovolj dobro. V primeru, da boste eksperimentirali z različnimi tuljavami, predlagam, da detektor priklopite na napajanje preko ustreznega ampermetra, ker boste na



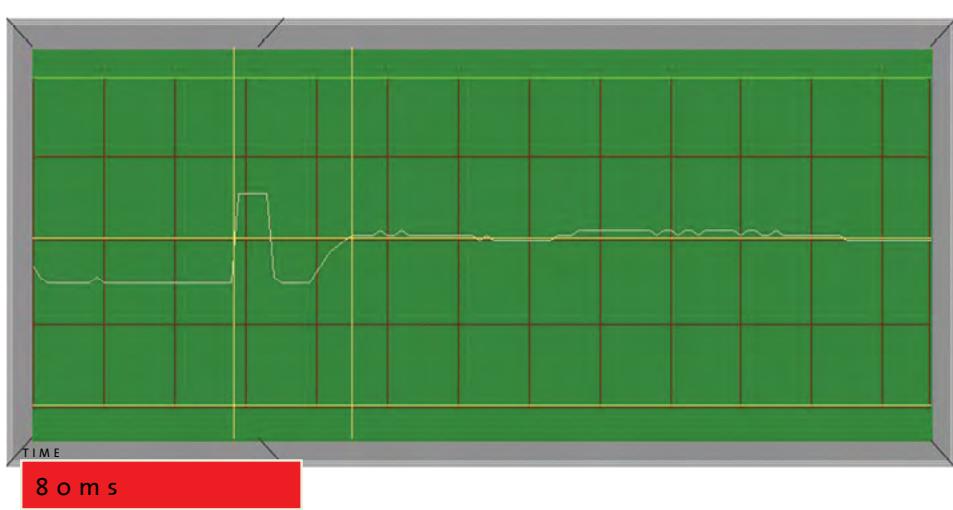
Slika 10: Oblika signala na iskalni tuljadi (50 V/div 50 $\mu\text{s}/\text{div}$)

ta način videli, ali je vaša tuljava zunaj meja. Če boste imeli premalo ovojev, bo poraba toka močno narasla, kar bo imelo za posledico močno segrevanje, morda pa tudi uničenje FET tranzistorja. Prav tako vam predlagam, da eksperimente s tuljavami opravljate pri najmanjši moči detektorja, se pravi s krajšimi impulzi.

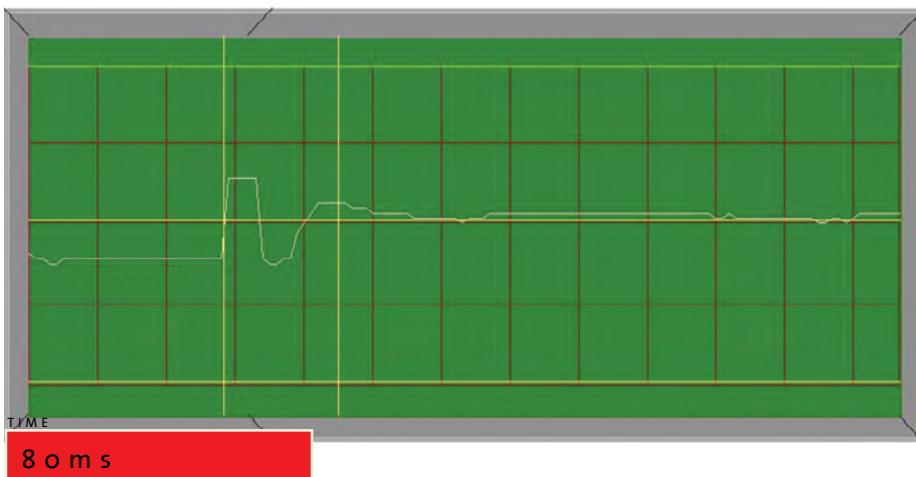
IZDELAVA

Detektor kovin je narejen na enostranskem tiskanem vezju dimenij 89,4 x 69,5 mm. Kot pomoč pri izdelavi uporabite sliko 17 (razpored elementov spodaj) in sliko 16 (razpored elementov zgoraj).

Izdelavo začnite z montažo SMD komponent, kajti, če nimate priprav za to delo, vam bo tiskano vezje stalo stabilno na mizi. Nadaljujte s postavitvijo kratkostičnikov (na tiskanem vezju se nahajajo 3 kratkostičniki), nadaljujte z montažo podnožij za integrirana vezja ter z ostalimi komponentami. Dušilko lahko naredite na koščku feritnega jedra tako, da na-



Slika 11: Izgled signala na izhodu ojačevalnika brez prisotnosti kovinskih delov v bližini tuljave



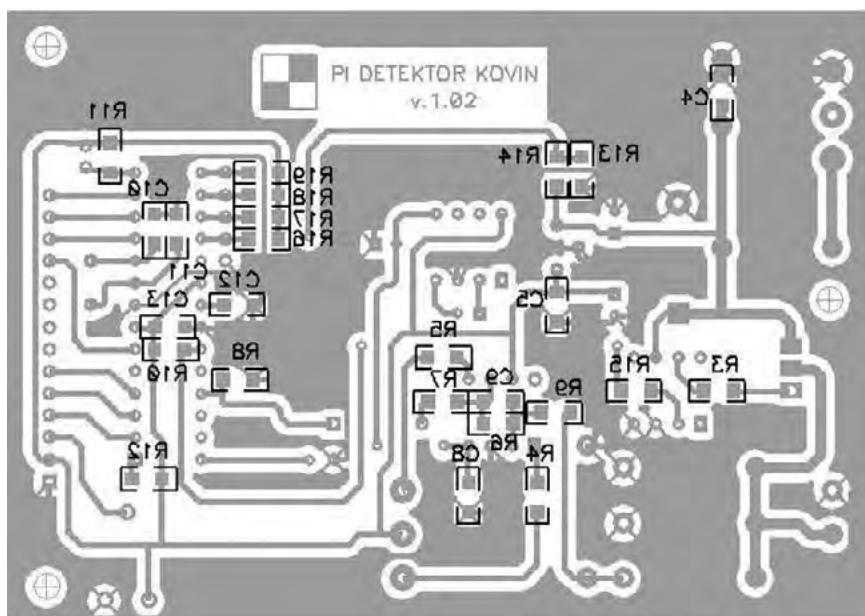
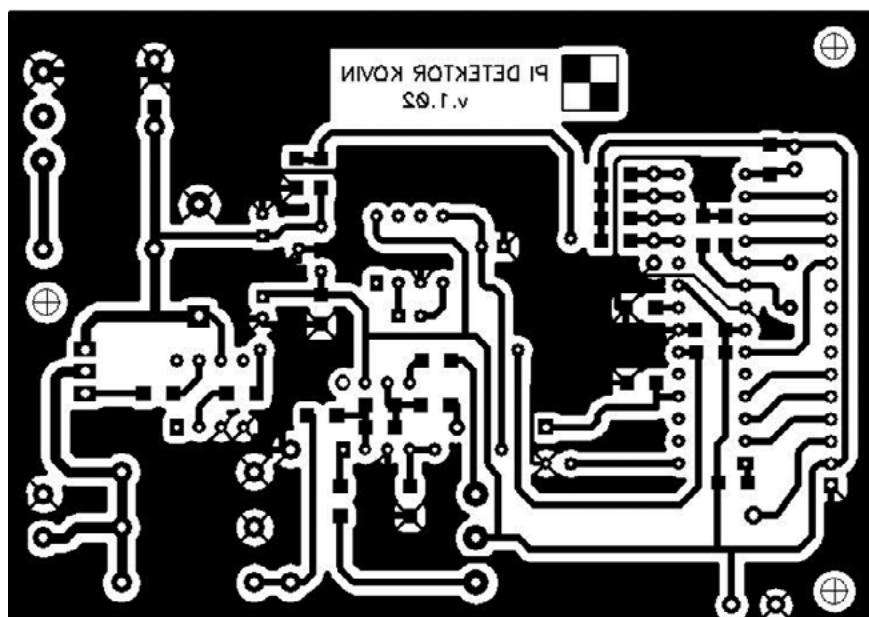
Za napajanje priporočam uporabo NiCd akumulatorjev (navadne baterije vas bodo drago stale). Jaz osebno sem uporabil baterije iz starega NMT telefona (10,8 V/1.700 mAh).

UPORABA IN UGLAŠEVANJE

Po končanem sestavljanju najprej pod povečevalnim steklom preverimo običajne napake, ki so posledica površnosti pri izdelavi, kratki stiki, neprispajkani elementi in podobno. Pri začetnikih, ki delajo s SMD komponentami, se pogosto zgodi, da katerega od pinov ne prisajkajo!

Slika 12: izgled signala, ko je v bližini tuljave prisoten kovanec

vijete 10 do 15 ovojev bakrene izolirane žice premera 0,6 mm ali pa uporabite kakšno tuljavo, navito na feritni prstan (iz odvrženega avtopolnilca za GSM telefone). Kondenzator C1 postavite v ležeči položaj, ker bo drugače oviral montažo detektorja v ohišje. Na koncu na tranzistor privijačite hladilno telo, ki bo skrbelo za odvajanje odvečne toplotne tranzistorja. Prav tako s koščki izoliranega prevodnika povežite potenciometer, tipke in LCD displej. Te elemente namenoma nisem postavil na tiskano vezje, ker ta način olajša vgradnjo v ohišje, katerega si boste izbrali po lastni želji.



Slika 15: Razpored elementov zgoraj

Slika 14: Tiskano vezje detektorja

Po preverjanju lahko brez iskalne tuljave priklopimo napajanje. V primeru, da imamo pri rabi ampermeter, bilo bi dobro, da pomerimo porabo toka, ki mora znašati približno 40 do 50 mA, na displeju pa moramo imeti začetni tekst (če tega ni s trimer potenciometrom PT2, nastavimo kontrast LCD-ja), zatem pa prikazano napajalno napetost.

Če je vse tako lahko, odklopimo napajanje ter priklopimo iskalno tuljavo. Ponovno priklopimo napajanje. Po nekaj sekundah bomo iz zvočnika zaslišali ton (kakršen koli), na LCD-ju pa se bodo pojavili podatki (Slika 13(PI displej.jpg):Prikaz podatkov na LCD displeju). Iskalno tuljavo odmaknemo od vseh kovinskih predmetov vsaj meter stran in s potenciometrom P1 ("NIČLA") nastavimo ton na približno 1 Hz. V primeru, da ni možno

Oznaka	Tip	Količina	Opomba
U1	78L05	1	TO92
U2	ICL7660	1	Dip8
U3	LF356	1	Dip8
U4	ATMega8	1	Dip28
U5	MC34063 (ICL 7667)	1	Dip8
Q1	IRF9630 ali MPT2P50E	1	TO220
D1	Dioda BY399	1	
D2	PKE6KE400CA	1	Za silo lahko P6KE6.8VCA
D3	P6KE5VCA DVOSMERNA	1	
D4	1N4930 Shotky	1	
L1	Dušilka 100 uH	1	Glej tekst*
C1	10.000 uF/25 V	1	
C2, C3	100 uF/25 V	2	
C6, C7	47 uF/25 V	2	
C9	4,7 pF	1	SMD 1206
C10, 11	22 pF	2	SMD 1206
C4, C5, C8, C12, C13	100 nF	5	SMD 1206
PT1	potenciometer 22K	1	
PT2	trimer pot. 10K	1	ležeči
R13	1K	1	SMD 1206
R7	2K2	1	SMD 1206
R16, R17, R18, R19	4K7	4	SMD 1206
R10, R11, R12, R14	10K	5	SMD 1206
R3	39 Ohmov	1	SMD 1206
R4, R5	47K	2	SMD 1206
R9, R15	100 Ohmov	2	SMD 1206
R6	560K	1	SMD 1206
R2	1K / 0.5 W	1	0.5 W ali močnejši
R1	2K / 0.5 W	1	0.5 W ali močnejši
R8	33K	1	SMD 1206
X1	Kristal 16 MHz	1	
VR1	Vrstna sponka za TIV 2 polna	1	
VR2	Vrstna sponka za TIV 3 polna	1	
J2	Letvica moška/ženska 5 pin	1	
ZV	Piezzo zvočnik	1	
S	Stikalo za vklop	1	
LCD	LCD 2x16 znakov	1	
Hladilno telo za Q1		1	
Podnožje	DIL 28	1	
Podnožje	DIL 8	3	
Ohišje PVC	Po lastni izbiri	1	
Gumb za potenciometer	Po lastni izbiri	1	
Tipka	Po lastni izbiri	4	

Za nekaj elementov povezava na Farnell:

- ICL 7660 (U5 „MC34063“ se zamenja z ICL 7667)
 - <http://si.farnell.com/intersil/icl7667cpaz/ic-driver-mos-dual-7667-dip8/dp/9663690>
- Namesto D4 lahko uporabite „NXP - BAT85 - DIODE, SCHOTTKY, 200M, 30V, DO-34“
 - <http://si.farnell.com/nxp/bat85/diode-schottky-zoom-30v-do-34/dp/1097299>
- ICL 7667:
 - <https://si.farnell.com/renesas/icl7667cpaz/ic-driver-mos-dual-7667-dip8/dp/9663690?st=ICL%207667>

IN ŠE EN NASVET

V primeru, da imate v bližini vklopljen televizijski sprejemnik ali računalniški monitor, ga izklopite, ker se tuljava obnaša kot antena in VN del televizorja močno moti delovanje. Sam sem imel nekaj težav, ker je televizija zelo blizu mize, kjer sem delal. Vse je bilo dobro, dokler nekdo ni prižgal televizije, jaz pa tega nisem registriral. Nekaj ur dela je šlo za iskanje napake, ki je ni bilo!

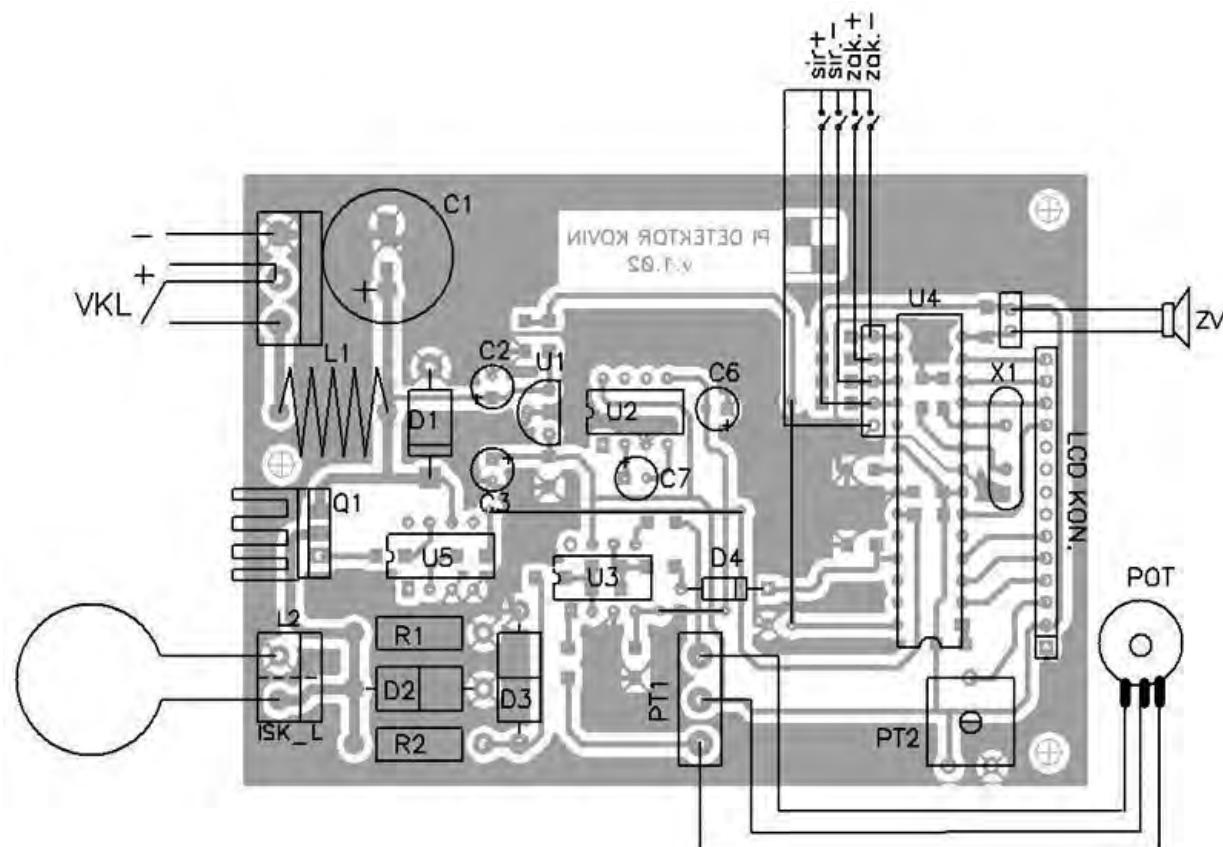
Demo verzijo programske kode (PID Demo.hex) lahko snimate s spletnne strani revije Svet elektronike (demo verzija deluje enako kot original, je pa časovno omejeno delovanje na približno 3 minute).

Sprogramiran mikroprocesor in tiskano vezje pa bosta naprodaj v prodajnem servisu revije Svet elektronike.

Bodite pozorni pri uporabi detektorja. Lahko se zgodi, da najdete kakšen predmet iz preteklih vojn. Ne glede na starost minsko eksplozivnih sredstev, ta sredstva predstavljajo veliko nevarnost in jih celo pirotehniki velikokrat ne odstranjujejo, ampak jih uničijo na mestu, kjer so najdena! Uporaba na lastno odgovornost. Zaradi uporabe za iskanje min detektorju kovin velikokrat rečemo tudi "mino detektor".

Želim vam veliko zabave in uspeha pri iskanju skritega zaklada. •

AX ELEKTRONIKA D.O.O., POT HEROJA TRNIKA 45, 1000 LJUBLJANA!



Slika 16: Razpored elementov spodaj