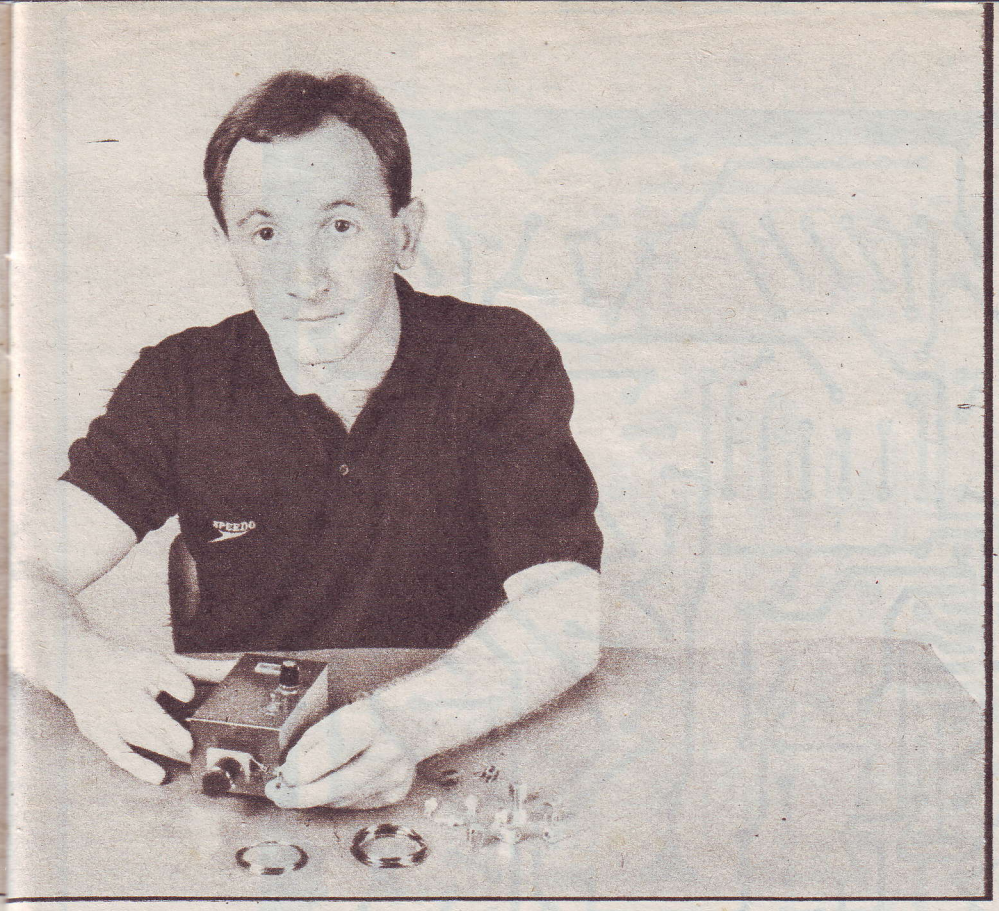
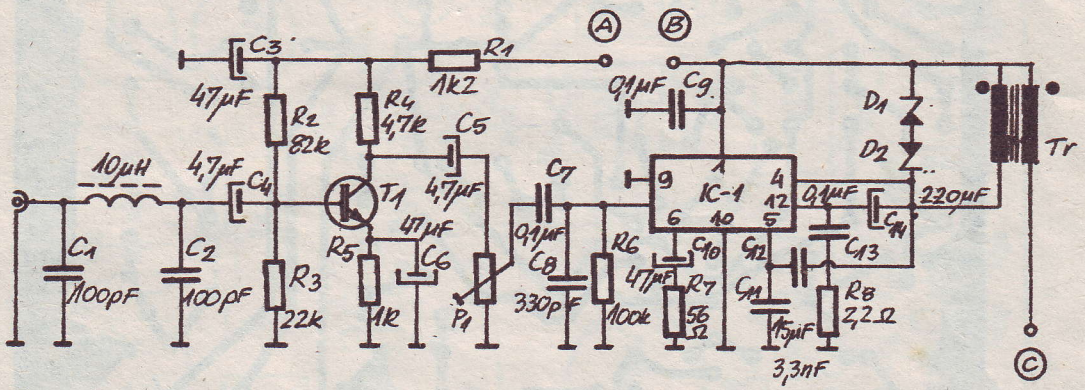


čaju stopostotne modulacije vršna izračena snaga je, u idealnom slučaju, četiri puta veća od snage vala nosioca.

Nedostatak ovakvog načina dobivanja moduliranog signala jest u tome što za dobivanje stopostotnog moduliranog signala modulacijsko pojačalo mora dati snagu jednaku polovini snage vala nosioca. To u našem slučaju znači da je potrebna čista snaga od oko 1 W i modulacijski transformator. Zbog gubitaka u modulacijskom transformatoru i rezerve snage potrebno je niskofrekvencijsko pojačalo od 1,5 – 2 W. To, samo po sebi, nije velik problem, jedino što je izvedba uređaja malo složenija.

Ako ste pažljivije čitali vjerojatno ste zamjetili razliku između slike modulatora u razvojnim sklopovima i konačne izvedbe. Da ne bismo morali odgovarati na eventualna pitanja evo odgovora unaprijed.

Na obje razvojne izvedbe (pojedinačni sklop i sastavljeni uređaj) koncepcija pretpojačala u modulatoru bila je slijedeća: dvostepeno pretpojačalo i limiter amplitude nakon njih. To je osiguravalo dvije stvari – mogao se upotrijebiti i najneosjetljiviji mikrofon (čak i mali zvučnik u ulozi mikrofona) i nije se dozvoljavala



Modulacijsko pojačalo.

nju samo oscilator (desetak miliampera) a u prijemu samo VF i MF dio prijemnika.

Ovako male struje mogu se preklapati pomoću tranzistorskih sklopki T2 i T4. Sklop je prikazan na crtežu 1 i radi na slijedeći način:

- u prijemu je tipka prijem – predaja T otvorena. Tranzistor T2 je zatvoren kao i tranzistor T3. Preko R14 baza tranzistora T4 je spojena na masu, tranzistor (PNP) vodi (zasićenje) pa je napon između njegovog kolektora i emitera mali (oko 0,3 V). To, nadalje, znači da je gotovo sav napon napajanja na kolektoru ovog tranzistora odnosno na prijemniku,
- u odašiljanju je tipka T zatvorena. Preko djelila u bazi (R10, R11) otvara se tranzistor T2, a preko djelila R12, R13 i tranzistor T2. Napon na njegovom kolektoru je gotovo jednak naponu emitera što zatvara tranzistor T4; isključuje se prijemnik, a uključuje oscilator odašiljača. Signal iz njega otvara tranzistore T6 i T7 i odašiljač proradi.

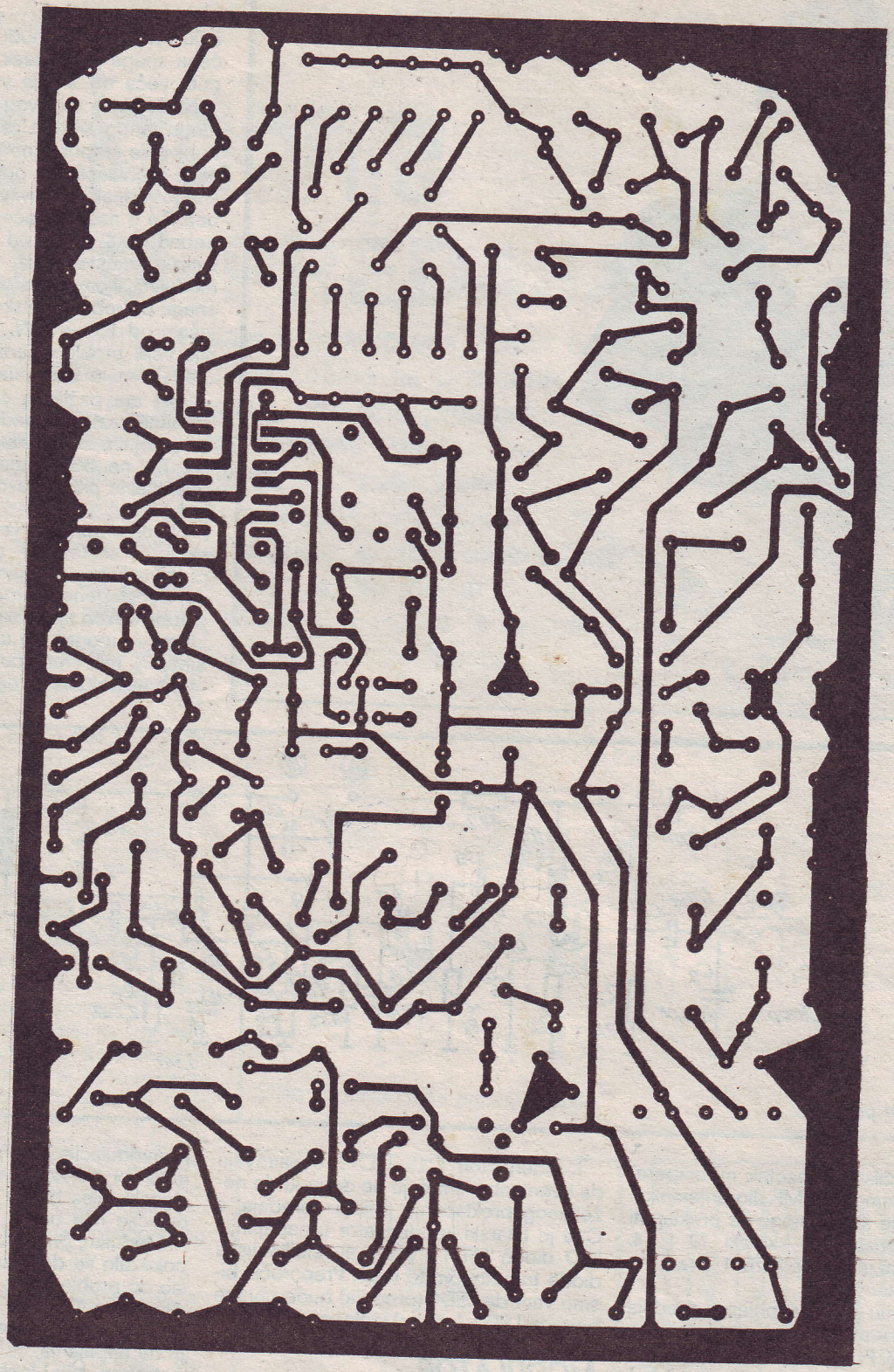
Kondenzatori C15 i C17 osiguravaju da eventualne smetnje ne dovedu do neželjenog preklapanja prijem – predaja, a C16 je filtarski kondenzator u napajanju. LED diode LED1 i LED2 su indikacijske diode trenutne vrste rada. Preporučili bismo vam da LED1 (predaja) bude crvene boje, a LED2 (prijem) zelene.

MODULATOR

U primopredajniku OPTIMA – 2 primjenjuje se amplitudna modulacija za prijenos govorne informacije. To znači da se u ritmu modulacijskog signala mijenja amplituda vala nosioca, dok frekvencije i faza ostaju nepromijenjene.

Da bi se, uz ograničenu snagu uređaja, dobio čim veći domet potrebno je da dubina modulacije bude što bliža maksimalnoj – sto posto. Osim toga, da bi se s porastom indeksa modulacije dobila veća izračena snaga primjenjuje se modulacija u kolektoru. Kod ovog načina u slupremodulacija. Kod preglasnog govora limiter bi odrezao vrhove modulacijskog signala, glas bi bio izobličen, ali premodulacije nije bilo.

Međutim, pri probi ponovljenih izvedbi pokazalo se da je u većini slučajeva došlo do problema zbog sklonosti samooscilacijama. Ovaj se problem uvijek može riješiti dobrim oklapanjem i filtriranjem napona napajanja, ali pitamo se je li sve to potrebno. Nije! Ipak je važnije da pri samogradnji uređaja nitko nema problema s realizacijom nego da potražite normalno osjetljiv mikrofon. Za one koji to neće moći učiniti imamo varijantu – dodatno predpojačalo s kompresorom dinamike u kućištu mikrofona (tekst ćemo objaviti kao dodatak promopredajniku). Tada svatko može odabrati ono što mu je povoljnije. ▶



Izgled štampanih vodova (stolna izvedba).

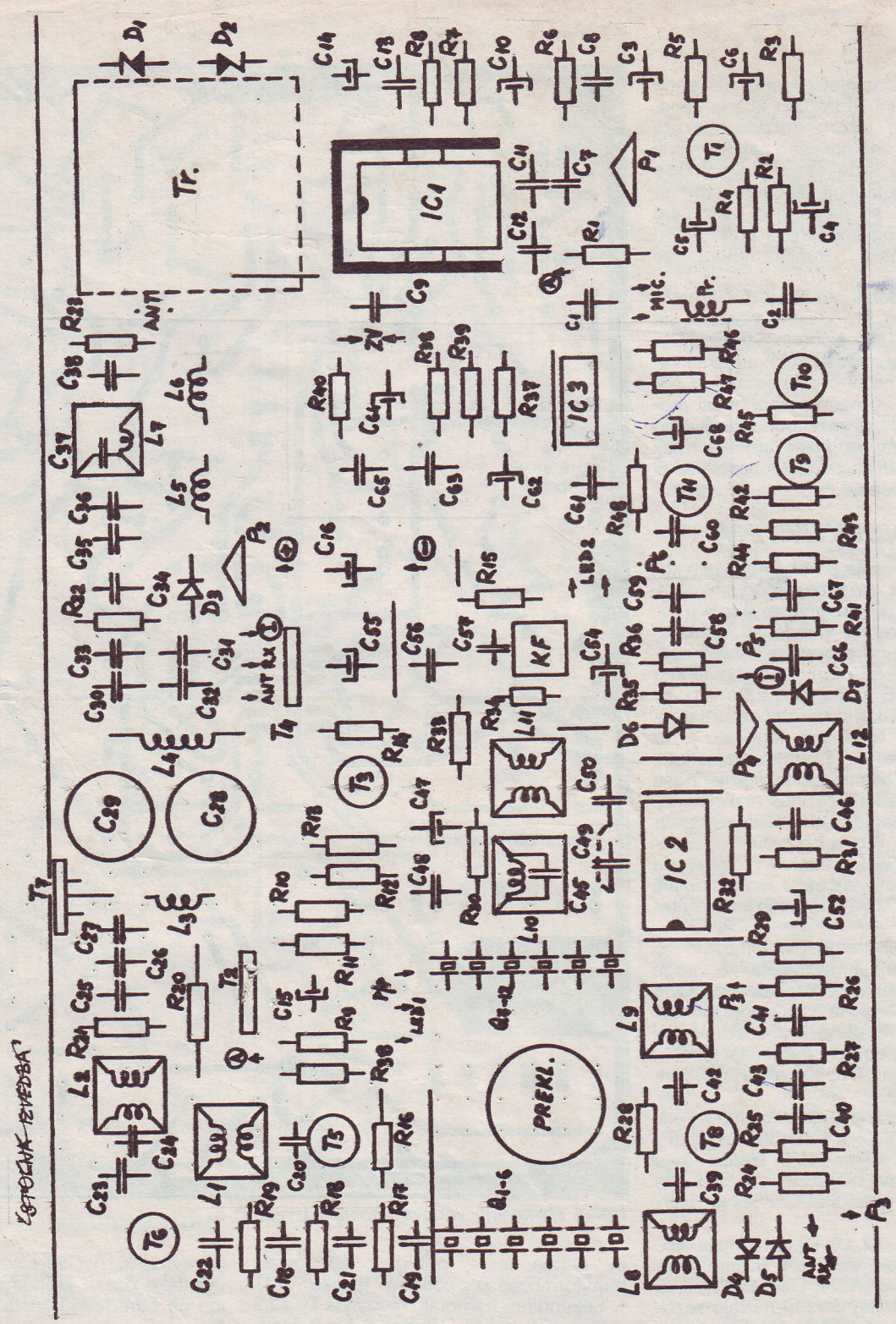
Modulacijsko pojačalo (crtež 2) ima tri osnovna dijela: mikrofonsko pretpojačalo, pojačalo snage i modulacijski transformator.

Na ulazu pretpojačala nalazi se filter za sprečavanje proboja VF – signala u modulator. Čine ga Cl, Pr i C2. Pretpojačalo je izvedeno kao klasično RC – pojačalo s dodatnom filtracijom napona napajanja pomoću R1 i C3. Pojačani signal dovodi se na trimer – potenciometar P1 kojim se određuje osjetljivost modulatora. Za dobar mikrofon kliznik trimera bit će negdje na 2/3 maksimuma.

Kondenzatorima C7 i C8 najviše se djeluje na donju i gornju graničnu frekvenciju modulatora i tako su odabrani da konačna frekvencijska karakteristika bude u granicama 300 Hz do 3 kHz.

Za dobivanje potrebne snage primijenjeno je integrirano pojačalo TBA 810. Razlozi izbora ovog integriranog sklopa su slijedeći: velika rezerva snage, laka nabavka, prihvatljiva cijena i mali broj potrebnih dodatnih pasivnih elemenata. Za ovu razinu snage potrebno je i malo hladilo izvedeno od mjedenog ili bakrenog lima debljine 0,5 do 1 mm dimezija prema crtežu (vidjeti u nastavku serije – kompletiranje).

Teret (primarni namotaj modulacijskog transformatora) spojen je između + pola



Raspored elemenata (stolna izvedba).

napajanja i izlaza pojačala. Vezni kondenzator C14 utječe na donju graničnu frekvenciju, a C12 na gornju graničnu frekvenciju. Već smo rekli da se zajedno s djelovanjem kondenzatora C7 i C8 ove frekvencije postavljaju na 300 Hz, odnosno 3 kHz. Paralelno primaru modulacijskog transformatora spojene su dvije Zener – diode u protuspoju. Njihov je zadatak da uklone eventualne naponske vrhove do kojih može doći zbog induktivnog karaktera tereta (transformator). Moramo reći da one nisu neophodne i da će sklop raditi i bez njih, ali sa smanjenom sigurnošću. Mi vam predlažemo da ih ugradite.

Modulacijski transformator jedan je od elemenata primopredajnika koji samograditeljima obično pričinja najviše poteškoća. Problem je obično u tome da se vrlo teško dolazi do dovoljno male jezgre na kojoj je transformator namotan. Mnogo veća jezgra, koja se najlakše nađe u rashodovanim uređajima, obično ne stane na pločicu, ima veće ukupne gubitke i uzrok je da modulator, a s njim i odašiljač nikad ne proradi dobro. Male jezgre iz starih tranzistorskih prijemnika obično su premale za potrebne namotaje.

Znajući sve te probleme odlučili smo potražiti proizvođača koji bi bio voljan ući u proizvodnju tog elementa. Vrla dobra suradnja s poduzećem »NEON« iz Vrsara ▶

urodila je plodom. Načinili smo potrebne uzorke, mi smo ih isprobali i gotovi transformatori bit će uskoro u prodaji. Iako to za njih sigurno nije novčano najzanimljiviji posao (obično rade serije od nekoliko desetaka ili čak stotina tisuća transformatora) složili su se da je ovo posao od šireg društvenog značenja i spremni su pomoći. Oznaka transformatora je 562.02.

Kako biste dobili što veću dubinu modulacije (90 do sto posto) modulira se izlazni stupanj, ali i pobudni stupanj. Dubina modulacije predstupnja je manja kako izobličenja ne bi prešla unaprijed određenu razinu. Konačno smo dobili modulacijski sklop koji je potpuno zadovoljio sve zahtjeve za ovu klasu uređaja i koji se može načiniti bez ikakvih problema ili naknadnih ugađanja.

IZRADA INDUKTIVITETA

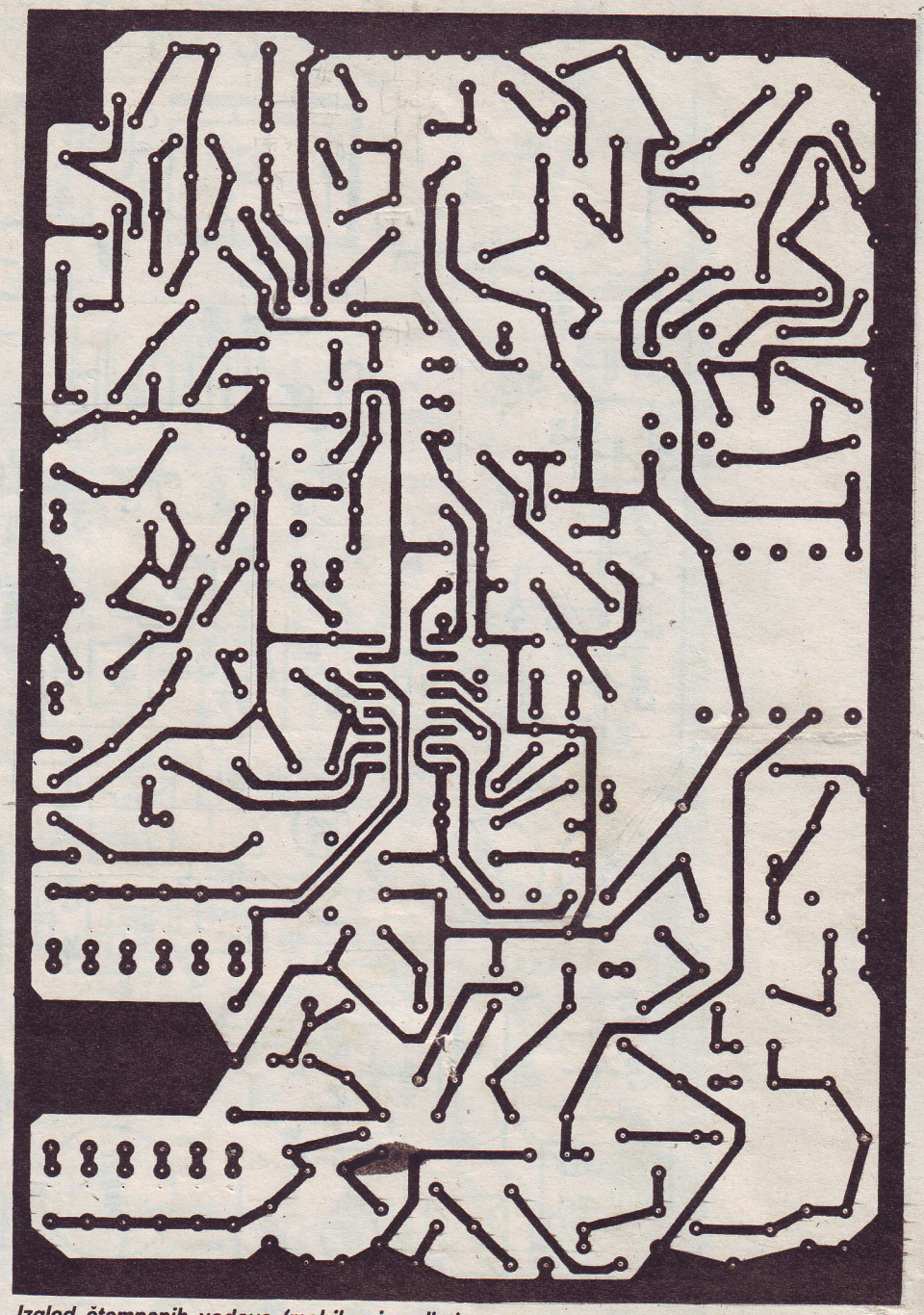
Kamen spoticanja pri realizaciji bilo kojeg VF-uređaja za prosječnog amatera, su induktiviteti. Osnovni je problem u tome što se potrebne vrijednosti induktiviteta, za razliku od otpornika i kondenzatora, gotovo nikad ne mogu nabaviti kao gotovi elementi, ponajprije zato što se vrijednosti induktiviteta obično traže s mnogo većom točnošću nego što je to slučaj s druge dvije vrste elemenata. Osim toga, i elementi jednake vrijednosti mogu biti ugrađeni za vrlo različite namjene pa ne mogu imati iste druge karakteristike (struja, radna frekvencija, dimenzije). Sve u svemu, rezultat je takav da se samograditelj najčešće mora upustiti u vlastitu realizaciju potrebnih induktiviteta.

Slijedeći problem jest u tome što se točne vrijednosti induktiviteta ne mogu mjeriti instrumentima koji su normalno dostupni amateru. Na svu sreću točnost koja nam je potrebna može se postići mjerenjem pomoću dipmetra (čiju smo izvedbu i primjenu kod mjerenja induktiviteta već opisali).

U uređaju imamo dvije osnovne izvedbe induktiviteta – s feritnom jezgrom i zračne. Opisat ćemo način izrade obiju vrsta kako bismo bili sigurni da će i manje iskusni samograditelji uspješno dovršiti uređaj.

Zavojnice L1, L2, L8, L9 i L10 imaju jednake induktivitete od 1 uH. S paralelnim kapacitetima C20, C24, C39, C42, i C45 (svi imaju kapacitet 33 pF) moraju rezonirati na frekvenciji 27 MHz. Namotane su na tijelima promjera 5 mm s feritnim jezgricama (crtež 3). Potrebni induktivitet je dobiven sa 13 zavoja Cul. žice promjera 0,3 mm.

Sekundarni namotaji zavojnica L1 i L2 imaju po 3 zavoja Cul žice 0,3 mm i namotane su preko primarnih namotaja. Između namotaja treba staviti jedan sloj tankog prešpana (ili nekog drugog izolacijskog materijala). Omjer transformacije je, prema tome, približno 4:1 (omjer transformacije impedancije je oko 16:1).



Izgled štampanih vodova (mobilna izvedba).

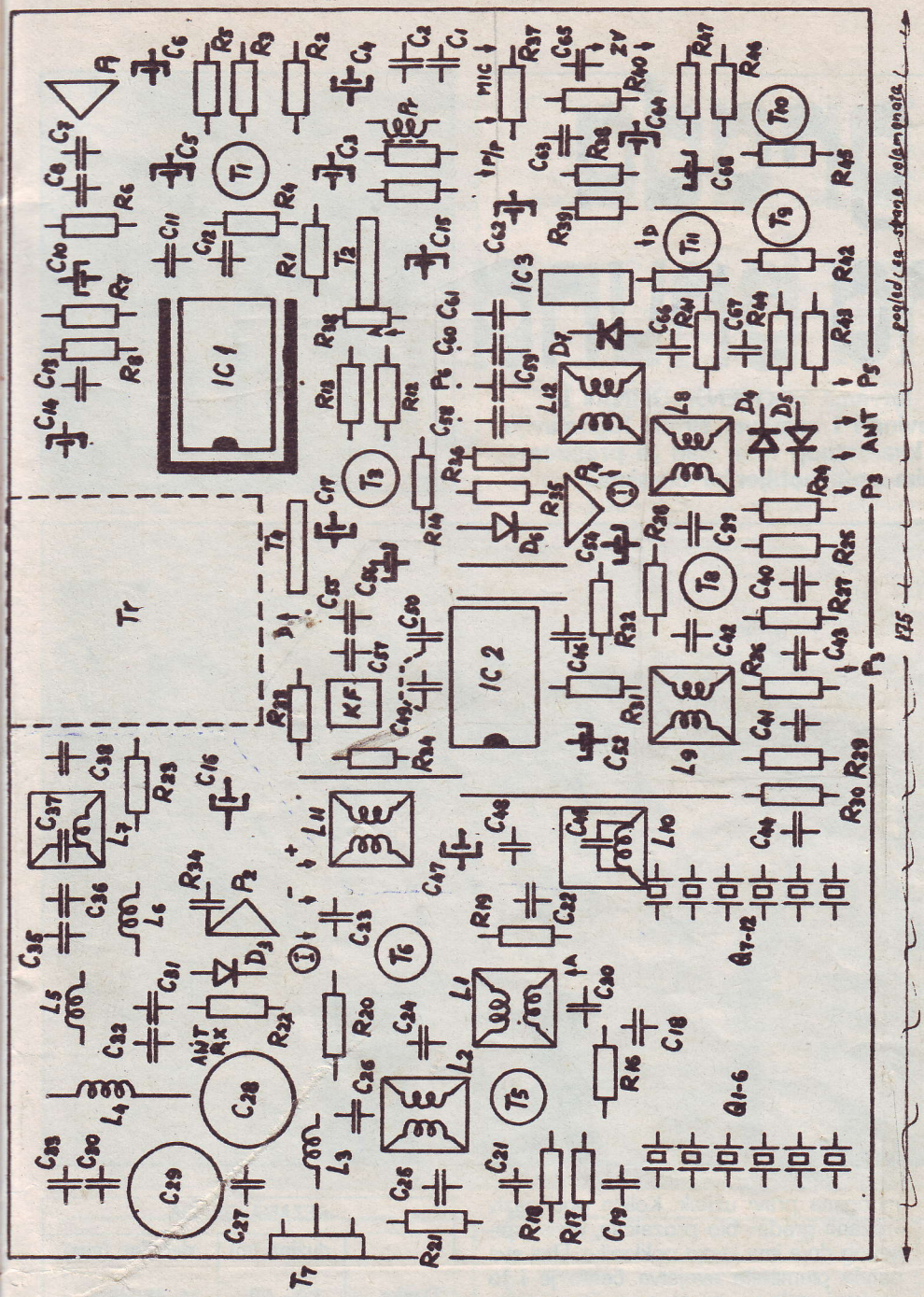
Sekundarni namotaji zavojnica L8 i L9 imaju po 4 zavoja Cul žice 0,3 mm i jednako su izvedeni kao prethodni uz omjer transformacije približno 3:1 (transformacija impedancije 9:1).

Zavojnica L7 treba imati induktivitet 0,32 uH kako bi s kondenzatorom C37 od 27 pF rezonirala na frekvenciji 54 MHz. Izvedena je tako da je na jezgri međufrekvencijskog transformatora 10,7 MHz (plavi) namotano 5 zavoja Cul žice 0,3 mm.

Već smo rekli da za zavojnice L11 i L12 služe gotovi međufrekvencijski transformatori za 455 kHz. Treba paziti da zavojnica L11 ima žutu (bijelu) oznaku, a L12 crnu. Ovi međufrekvencijski transformatori imaju već ugrađene paralelne kapacitete C51 i C53 i sekundarne namotaje tako da se jednostavno samo zaleme na određena mjesta na tiskanoj pločici.

IZRADA ZRAČNIH ZAVOJNICA

Preostale zavojnice u primopredajniku su zračne samonosive i s njihovom izvedbom bit će znatno manje problema. Izrađuju se od deblje žice namatanjem određenog broja zavoja na tijelo zadanog promjera i izravno leme na pločicu. Na crtežu 4 označene su pojedine veličine i takva jednoslojna zavojnica ima iduktivitet koji ovisi o broju zavoja, promjeru zavojnice, debljini žice i dužini zavojnice. Postoji mnogo empirijskih jednadžbi koje daju vrijednost induktiviteta



Raspored elemenata (mobilna izvedba).

za zadane dimenzije zavojnice. Mi smo induktivitete računali po provjerenoj relaciji:

$$L = \frac{(0{,}155 \times a^2 \times N^2)}{(3{,}54\ a + 3{,}95\ b)}\ (uH)$$

Ako imate računalo dat ćemo vam i mali BASIC program za računanje induktiviteta zračnih jednoslojnih zavojnica.

Sve zračne zavojnice izrađene su tako da se na tijelu promjera 9 mm (svrdlo) namota odgovarajući broj zavoja Cul žice promjera 0,8 mm (tablica).

Parametri zračnih zavojnica

Zavojnica	Induktivitet	Broj zavoja	Duljina (mm)
L3	0,25 uH	6	10
L4	0,93 uH	15	20
L5	0,27 uH	6	9
L6	0,27 uH	6	9

Lemna mjesta na tiskanoj pločici točno odgovaraju traženim duljinama pojedinih zavojnica.

IZRADA ZAVOJNICA S FERITNIM JEZGRICAMA

Realno je pretpostaviti da će razni samograditelji imati na raspolaganju feritne jezgrice raznih karakteristika koje, najčešće, neće znati odrediti. Stoga ćemo iznijeti cijeli postupak proračuna i izrade zavojnica u takvom slučaju. Jedino vam je potreban dipmetar.

Induktivitet jednoslojne zavojnice na tijelu s feritnom jezgricom može se dobiti iz jednostavne empirijske relacije:

$L = k \times N^2$

gdje je N broj zavoja, a sve magnetske karakteristike jezgrice određene su brojem k. Budući da smatramo da nam je on nepoznat, moramo ga najprije odrediti.

Na tijelo s jezgricama nepoznatih karakteristika namotajte proizvoljan broj zavoja (najbolje približno onoliko koliko pretpostavljate da će vam biti potrebno u pravoj izvedbi). Paralelno zavojnici spojite kondenzator poznatog kapaciteta. Pomoću dipmetra odredite rezonantnu frekvenciju ovako dobivenog titrajnog kruga i iz nomograma (SAM 6/86) odredite vrijednost induktiviteta.

Poznavajući obje potrebne vrijednosti (N i L) odredite k iz relacije $k = L / N^2$. S ovako određenom vrijednošću k izračunajte potreban broj zavoja iz relacije: $N = \sqrt{L/K}$.

Ilustrirat ćemo to primjerom.

Imate na raspolaganju tijelo s feritnom jezgricom i želite načiniti zavojnicu induktiviteta i uH. Na tijelo namojtate recimo, 30 zavoja žice 0,4 mm i paralelno toj zavojnici spojite kondenzator kapaciteta 50 pF. Pomoću dipmetra dobivate frekvenciju 14 MHz. Ove vrijednosti (50 pF, 14 MHz) unesite u nomogram i dobit ćete vrijednost induktiviteta zavojnice – 2,5 uH. Vrijednost faktora k sada je $k = 2{,}5/30^2 = 0{,}0028$. Iz ove vrijednosti, tražene vrijednosti induktiviteta odredite broj zavoja: $N = \sqrt{1/0.0028} = 19$. Znači da biste dobili traženi induktivitet od 1 uH na tom tijelu treba namotati 19 zavoja žice 0,4 mm.

Na ovaj način možete načiniti zavojnicu potrebnog induktiviteta na bilo kojoj jezgri. Treba napomenuti da se ovako mogu načiniti zavojnice s induktivitetima do nekoliko uH te ako vam račun kaže da morate namotati, recimo, nekoliko stotina zavoja znači da ste izašli iz područja mogućih realizacija induktiviteta s feritnim jezgricama s jednoslojnim namotajem.

Promjer žice za ove zavojnice ne utječe znatno na veličinu dobivenog induktiviteta. Za zavojnice u ovom uređaju možete uzeti žicu promjera 0,2 do 0,5 mm pa će vam i to olakšati izvedbu.