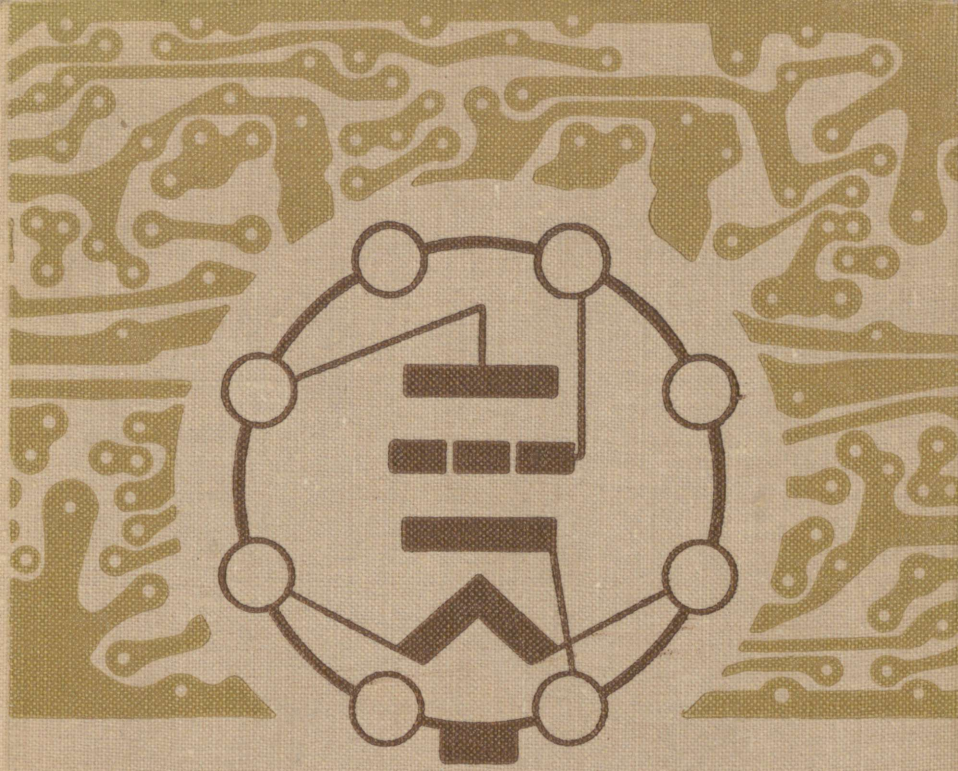


E. JAKOOBI

RAADIO-VASTUVÕTJATE KORRASTAMINE

220796

J165

E. JAKOOBI

RAADIOVASTUVÕTJATE KORRASTAMINE

KIRJASTUS «VALGUS» · TALLINN 1969

6S2
J16

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

Kaane kujundanud *E. Tali*

УДК 621. 396. 620
РЕМОНТ РАДИОПРИЕМНИКОВ
Якооби Э. Ю.
1969.

В справочнике рассматривается основные неисправности АМ и ЧМ приемников, методика их обнаружения и способы устранения. Описывается особенности устранения неисправностей и в транзисторных приемниках, а также в проигрывателях радиол и в магнитофонах магнетол. Приведены описания простых измерительных приборов, необходимых при ремонте радиоприемников. Справочник предусмотрен для подготовленных радиолюбителей и техников по радиоремонту.

215 илл., 18 таблиц, 5 библ. назв.

Käsiraamatus kirjeldatakse amplituud- ja sagedusmoduleeritud ringhäälingusaadete vastuvõtjates esinevaid tüüpilisi rikkeid, nende avastamise metoodikat ja kõrvaldamise mooduseid. Selgitatakse ka transistorvastuvõtjate rikete avastamise iseärasusi. Eraldi peatükis käsitletakse üksikasjaliselt supervastuvõtjate reguleerimist ja häälestamist. Tuuakse raadiovastuvõtjate korrastamiseks vajalike lihtsamate mõõteseadiste ehituskirjeldused ja juhised nende kasutamiseks. Lühidalt peatutakse ka radioolade heliplaadiseadise ja magnetoolade magnetofoniosa korrastamisel.

Käsiraamat on põhiliselt mõeldud raadiovaldajaile, kes on tuttavad elektro- ja raadiotehnika alustega, samuti raadioamatööridele nende poolt ehitatud vastuvõtjate töölerakendamisel. Raamat võib olla abiks ka noortele raadioremonditehnikutele.

N. V. Gogoli nim. Tartu
Linna Keskraamatukogu
220796

3—4—3
45 TL—3—69



EESSÕNA

Iga aastaga laieneb meie raadiotööstuse toodang. Raadiovastuvõtjate valik on oma tehniliste andmete, välimuse ja konstruktsiooni poolest küllaltki mitmekesine. Praegu on igas kodus vähemalt üks raadiovastuvõtja. Paratamatult tekib nii keerukamates kui ka lihtsamates vastuvõtjates mitmesuguseid rikkeid, mille kõrvaldamine nõuab spetsiaalseid oskusi ja kogemusi. Käesolev raamat on mõeldud eeskätt raadiohuvilistele, kellel vajalikke teoreetilisi raadioalaseid teadmisi jätkub, kuid jääb vajaka praktilistest oskustest. Kogemustega raadiokorrastajale peaks raamat pakkuma huvi eelkõige rikete otsimise ja avastamise metoodika seisukohalt. Selle metoodika teadlik rakendamine rikete avastamisel annab praktilises töös kahtlemata suurt aja kokkuhoidu.

Raadiokorrastamine ei ole võimalik ilma mõõtevahenditeta. Raamatus on toodud vajalike mõõteriistade skeemid ja ehituskirjeldused. Kirjeldatud mõõtevahendite ehitamine peaks igale raadiokorrastajale olema täiesti jõukohane. Nende kasutamist kirjeldatakse mõõtmistehnikat käsitlevas peatükis.

Põhiliseks osaks raadiokorrastaja käsiraamatus on nii lamp- kui ka transistorvastuvõtjate rikete ja defektide avastamise metoodika. Siin on käsitletud ka transistorvastuvõtjates ning raadiovastuvõtjatega kokkuehitatud magnetofonides ja heliplaadiseadistes esinevaid rikkeid ja mooduseid nende kõrvaldamiseks. Raamatus soovitatav rikete avastamise metoodika on välja kujunenud suure praktikaga raadiokorrastajate kauaaegsete töökogemuste alusel. Siia juurde on lisatud juhiseid vastuvõtja tähtsamate üksikosade remondiks. Et vanemate vastuvõtjate trafosid pole tavaliselt võimalik kauplustest osta, siis käsitletakse ka võrgu- ja sobitustrafode ning silumisfiltri paispoolide arvutamist ja ehitamist.

Lisaks otseste rikete kõrvaldamisele käsitletakse samuti nii tööstuslike kui ka omaehitatud vastuvõtjate üksikute astmete ja sõlmede talitlusrežiimide reguleerimist ning võnkeringide häälestamist. Vaadeldakse ka mitmesuguste raadiohäirete kõrvaldamise viise.

Raamatusse on paigutatud ülevaade raadiokorrastustöödel tarvilikest materjalidest ja töövõtetest. Samuti on antud juhiseid jootetööde tegemiseks, sest nendel on raadioremondi juures suur tähtsus.

Käsiraamatu lisadena on toodud elektronlampide, pooljuhtdioodide, transistoride, trafode ja valjuhääldajate andmeid ning muid teatmeid.

On loomulik, et tingituna raadiokorrastustööde suurest ulatusest ja mitmekülgsusest tekib käsiraamatu kasutajatel omapoolseid soove, märkusi ja ettepanekuid. Kõik need palutakse saata aadressil: Tallinn, Pärnu mnt. 10, kirjastus «Valgus», tehnikaõpikute toimetus.

Autor

1. peatükk

RAADIOVASTUVÕTJATE ÜLDISELOOMUSTUS, LIIGID JA LAHTERSKEEMID

1.1. RAADIOVASTUVÕTJATE ÜLDISELOOMUSTUS

Raadiovastuvõtjate peamisteks iseloomustussuurusteks on tundlikkus, selektiivsus, stabiilsus, ülekandekvaliteet, laineastmikud, väljundvõimsus.

Tundlikkus. Raadiovastuvõtja tundlikkuseks nimetatakse moduleeritud kõrgsagedusliku sisendpinge väärtust, mis tuleb rakendada vastuvõtja antenniklemmidele, et väljundklemmidel saada ettenähtud suurusega väljundvõimsust. Sõltuvalt vastuvõtja klassist on tundlikkus mõnekümnest kuni mitmesaja mikrovoldini.

Tuleb arvestada, et suur tundlikkus on realiseeritav ainult tingimusel, kui omamüra tase vastuvõtja väljundis on madalam signaali tugevuse tasemest. Seepärast ei iseloomustata vastuvõtjaid mitte ainult nende tundlikkuse, vaid nn. reaalse tundlikkusega, mille juures tagatakse signaalitugevuse kindel üleolek omamüra tasemest.

Selektiivsus. Selektiivsuse all mõeldakse vastuvõtja omadust eraldada vastuvõetavat signaali teistest, erinevate sagedustega signaalidest. Selektiivsus sõltub raadiovastuvõtja võnkeringide headusest ja nende arvust.

Stabiilsus. Stabiilsuse all mõeldakse vastuvõtja omadust säilitada konstantne väljundvõimsus teatud püsiva sageduse ja tugevusega sisendpinge juures. Stabiilsuse suurendamiseks rakendatakse vastuvõtjas sageli lisaseadiseid, nagu näiteks automaatne täppishäälestusseadis, automaatne võimenduse reguleerseadis (AVR) jne.

Ülekandekvaliteet. Raadiovastuvõtja ülekandekvaliteet sõltub vastuvõtjas arenevatest lineaar- ja mittelineaarmoonutustest.

Lineaarmoonutus areneb raadiovastuvõtja kõrg- ja helisagedusvõimendis, detektoris ja väljuhääldajas. Kõrgsagedusvõimendis arenev lineaarmoonutus on seda suurem, mida kitsam on võimendatav sagedusriba. Helisagedusvõimendis tekib lineaarmoonutus tema astmete sidestuselementide ja elektronlampide reaktiivtakistuste toimel.

Mittelineaarmoonutus põhjustab võimendatava pinge- või voolukõvera kuju moonutusi. Võimendis tekib mittelineaarmoonutus peamiselt elektronlampide tunnusjoonte kõveruste tõttu. Samuti võib mittelineaarmoonutus tekkida võimendusastmete sidestamiseks kasutatavate paispoolide ja trafode terassüdamike magneetimiskõverate mittelineaarsuse tagajärjel.

Laineastmikud. Raadiovastuvõtja laineastmikeks nimetatakse neid lainealasid, millede vastuvõtuks vastuvõtja on konstrueeritud ning milledes vastuvõtja tundlikkus ja selektiivsus on tehnilistes tingimustes lubatud piirides.

Väljundvõimsus. Raadiovastuvõtja väljundvõimsuseks nimetatakse võimsust, mille juures arenevad moonutused ei ületa tehnilistes tingimustes lubatud maksimaalset piiri.

1.2. RAADIOVASTUVÕTJATE LIIGITUS

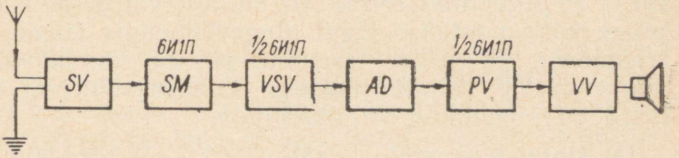
Raadiovastuvõtjad jagunevad signaali võimenduse põhimõttelt otsevõimendus- ja superheterodüünvastuvõtjateks (lühemalt supervastuvõtjateks). Kuna tänapäeval otsevõimendusvastuvõtjaid enam ei toodeta, siis käsitletakse alljärgnevalt ainult supervastuvõtjaid.

Raadiovastuvõtjad liigitatakse vastavalt tehnilistele normidele nelja klassi. Raadiovastuvõtjate klass määratakse järgmiste näitajate põhjal: nimiväljundvõimsus, energiatarve, laineastmike arv, tundlikkus, selektiivsus, võimenduse reguleerimise ulatus, tämbri reguleerimise ulatus, omamüra tase, AVR-i toime, võimendatava sagedusriba laius, mittelineaarmoonutus, ribalaiuse muutmise võimalus, keskmine helirõhk, lisavaljuhääldaja ühendamise võimalus.

IV klassi kuuluvad kõige lihtsamad raadiovastuvõtjad («Strela», «Volna»), mis ei oma suurt tundlikkust ja selektiivsust ega lühilaineala. Neil on üks valjuhääldaja, mis pole suuteline taasesitama laia helisagedusriba. Valjuhääldaja helitugevus on arvestatud väikesele toale. Nen-

de vastuvõtjate ülesandeks on kindlalt ja kvaliteetselt vastu võtta kohalikke raadiosaatjaid. Välisantenniga, eriti väljaspool linna, on võimalik kaugete võimsate jaamade vastuvõtt.

Vastuvõtja lahterskeem on joonisel 1.1. Lahterskeemis kujutab esimene lahter *SV* sisendvõnkeringe, mis eraldavad vastuvõtuantennis indutseeritud elektromotoorjõududest soovitavate sagedustega elektromotoorjõud. Sisendvõnkeringidele järgneb sagedusmuundi *SM* (tavaliselt lambiga 6И1П, mille trioodosa toimib ostsillaatorina).



Joon. 1.1. IV klassi supervastuvõtja lahterskeem

Sageduse muundamise põhimõte seisneb selles, et kahe erineva sagedusega kõrgsageduspinge liitmisel tekib kolmas, nn. tuikesagedus, mis võrdub liidetavate sageduste vahega. Nendeks sagedusteks on kohaliku ostsillaatori poolt genereeritud ostsillaatorisagedus f_{os} ja vastuvõtjasse sisenev signaalisagedus f_s. Tuikesagedus moodustab siin vahesageduse f_v, s. o.

$$f_v = f_{os} - f_s \quad \text{või} \quad f_v = f_s - f_{os}.$$

Nagu valemeist nähtub, on teatud ostsillaatorisageduse puhul võimalik tekitada üht ja sama vahesagedust kahe signaalisagedusega, milledest üks on ostsillaatorisagedusest vahesageduse võrra madalam ja teine niisama palju kõrgem.

Praktilistel kaalutlustel valitakse ostsillaatorisagedus signaalisagedusest üldiselt kõrgem, välja arvatud ultralühilainevastuvõtjad, milledes ostsillaatorisagedus on signaalisagedusest mõnikord madalam. Teist signaalisagedust nimetatakse peegelsageduseks (f_p) ja ta on oma suuruselt vastuvõetavast signaalisagedusest kahekordse vahesageduse võrra suurem, s. o.,

$$f_p = f_s + 2f_v.$$

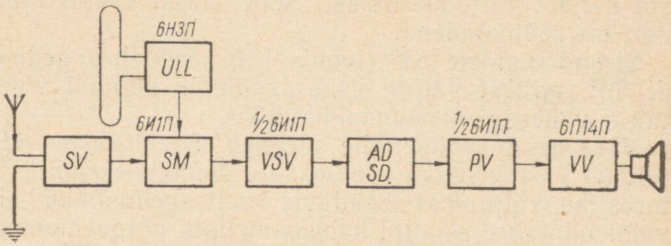
Kui vahesagedus f_v on 465 kHz ja signaalsagedus f_s näiteks 1000 kHz, siis sel puhul on peegelsagedus 1930 kHz. Peegelsageduslikku signaali nõrgendavad sagedusmuundile eelnevad võnkeringid.

Sagedusmuundi anoodringi on ühendatud vahesagedustrafo ehk -filter, mis koosneb harilikult kahest ühele sagedusele — vahesagedusele — häälestatud ning sidestatud võnkeringist. Vahesagedusfiltriga eraldatud vahesageduspinge juhitakse vahesagedusvõimendisse (lambi 6И1П heptoodosa), kus toimub kõrgsagedussignaali põhiline võimendamine. Võimendatud vahesageduspinge juhitakse amplituuddektorisse *AD*, millest väljuv helisageduspinge võimendatakse algul pingevõimendis (lambi 6И1П trioodosa) *PV* sellise tasemini, mis on vajalik võimsusvõimendi *VV* väljatüürimiseks. Võimsusvõimendi väljundisse on ühendatud valjuhääldaja.

III klassi vastuvõtjad («Minsk-61», «Rekord-66», «Tšaika-M») on määratud kohalike ja kaugete võimsamate raadiojaamade vastuvõtuks. Nende vastuvõtjate tundlikkus ja väljundvõimsus ületab eelmiste oma. Sagedusriba on laiem, valjuhääldaja kvaliteedilt parem (mõnikord on neid kaks). Uuematel vastuvõtjatel on ultralühilaineastmik. Küllaldane väljundvõimsus ja lai helisagedusriba võimaldavad neid vastuvõtjaid kasutada grammofonivõimendina; seepärast on nad varustatud vastava pesaga helipea ühendamiseks. Osa vastuvõtjaid on varustatud heliplaadiseadisega (radioolad).

Sisendvõnkeringile *SV* (joon. 1.2) järgneb sagedusmuundi *SM* (lambiga 6И1П). Sellele järgneb vahesagedusvõimendi lambiga 6И1П, millest lambi heptoodosa töötab vahesagedusvõimendis *VSV*. Vahesagedusvõimendile järgneb pooljuhtdioodiga amplituuddetektor *AD*. Detekteeritud signaal juhitakse helisageduslikku pingevõimendisse *PV*, milleks kasutatakse ära lambi 6И1П trioodosa. Võimendatud helisageduspinge suunatakse võimsusvõimendisse *VV*, mis rakendab tööle valjuhääldaja.

ULL-saadete vastuvõtuks ettenähtud blokist *ULL* suunatakse vahesageduslik signaal kaheastmelisse vahesagedusvõimendisse, kusjuures esimese vahesagedusvõimendina lülitatakse tööle sagedusmuundi *SM*. Vahesagedusvõimendi võimenduslampi kasutatakse nii madala (465 kHz) kui ka kõrge (8,4 MHz, viimasel ajal ka 6,5 MHz)

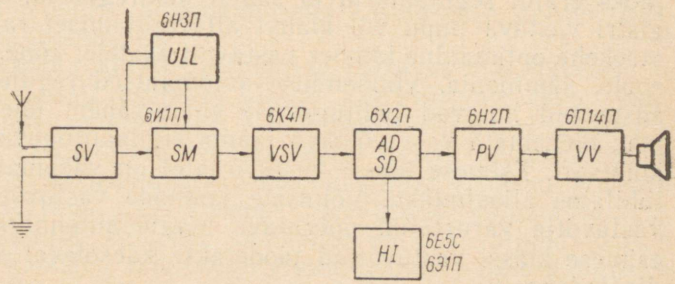


Joon. 1.2. III klassi supervastuvõtja lahterskeem

vahesageduse võimendamiseks, kusjuures mõlemate vahesageduste ribafiltrite võnkeringid on ühendatud järjestikku. Kuna nende töösagedused on tunduvalt erinevad, siis nad teineteise tööd ei häiri ning seetõttu ümberlülitamist ei vaja.

Vahesagedusvõimendile järgneb kristalldioodidega sagedusdetektor *SD*. Sagedusdetektorist juhitakse detekteeritud helisagedussignaal samuti kui amplituuddetektoristki helisagedusvõimendisse.

II klassi vastuvõtjatel («Sakta», «Latvia») on suur tundlikkus ja selektiivsus. Lühilaine on jagatud kaheks või kolmeks allastmikuks, mis kergendab häälestamist. Täpseks häälestamiseks vastuvõetavale jaamale on vastuvõtja varustatud optilise häälestusindikaatoriga. Väljundvõimsus ulatub 1,5 ... 2 vatini. Kõrgete ja madalate helisageduste eraldi reguleerimise võimalus tagab soovikohase kõlavärvingu. Elektroakustiline süsteem koosneb kahest



Joon. 1.3. II klassi supervastuvõtja lahterskeem

või neljast valjuhääldajast. Selle klassi vastuvõtjaid toodetakse radiooladena.

Sisendringidele *SV* (joonis 1.3) järgneb sagedusmuundi *SM*, millest väljuv vahesageduslik signaal võimendatakse vahesagedusvõimendis *VSV*.

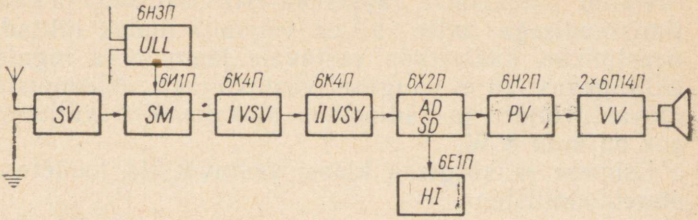
Vahesagedusvõimendile järgneb detektoraste *AD*, kus toimub vastuvõetava raadiosaate demoduleerimine. Detektorastme väljundist saadavat helisageduslikku signaali võimendatakse esialgu kaheastmelises pingevõimendis *PV* ning seejärel võimsusvõimendis *VV*.

ULL-blokist *ULL* saadav vahesagedussignaal võimendatakse kaheastmelises vahesagedusvõimendis (*SM*, *VSV*). Võimendatud vahesageduslik signaal juhitakse sagedusdetektorisse *SD* ja seejärel helisagedusvõimendisse.

Teise klassi vastuvõtjad on varustatud sagedusriba laiuse reguleerseadisega, mis võimaldab valida kas normaalsest laiemat või kitsamat sagedusriba ühe või mitme vahesagedusfiltrite võnkeringide sidestuse muutmise teel. Sagedusriba suurema laiuse puhul paraneb heli kvaliteet tunduvalt, kuna vastuvõtja selektiivsus halveneb. Ribalaiust reguleeritakse võnkeringidevahelise sidestuse muutmise teel koos kõrgete helisageduste võimenduse reguleerimisega.

I klassi vastuvõtjatel («Rigonda», «Rapsodia», «VEF-Radio») on väga suur tundlikkus ja selektiivsus, võimaldades kaugete saatjate vastuvõttu. Väljundvõimsus on 4 W ja rohkem. Esimese klassi vastuvõtjate juures on palju tähelepanu pööratud loomutruule heliülekandele. Seepärast koosneb nende elektroakustiline süsteem vähemalt neljast kõrgekvaliteedilisest valjuhääldajast. Kõlavärvingu valikuks on olemas kõrgete ja madalate helisageduste jaoks eraldi regulaatorid ja sageli toonregistrid. Toonregistri vastava nupu või klahvi allavajutamisel rakendub otsekohe optimaalne tämber vastavalt saatele: kõne, dzäss, soolo, sümfoonia. Võimenduse automaatsed reguleerimissüsteemid hoiavad helitugevuse enam-vähem ühel tasemel, olenemata vastuvõetava jaama signaalitugevuse kõikumisest. Esimese klassi vastuvõtjatel on vähemalt kolm lühilaine allastmikku. Võimsate jaamade vastuvõtuks on vastuvõtja varustatud pööratava magnetantenniga. Kõik esimese klassi vastuvõtjad toodetakse käesoleval ajal radiooladena.

Esimese klassi vastuvõtja tüüpiline lahterskeem on joo-



Joon. 1.4. I klassi supervastuvõtja lahterskeem

nisel 1.4. Sisendvõnkeringidele *SV* ja sagedusmuundile *SM* järgneb kaheastmeline vahesagedusvõimendi *1. VSV* ja *2. VSV*.

Madalal vahesagedusel (465 kHz) võimendatud signaalid rakendatakse kombineeritud detektorisse (*AD*, *SD*). Detektori väljundist saadud helisageduspinget võimendatakse kaheastmelises pingevõimendis *PV*. Viimasest pingevõimendusastmest suunatakse helisageduspinge vastastaktlülituses võimsusvõimendisse.

Sagedusmoduleeritud ULL- (ultralühilaine-) saadete vastuvõtuks kasutatakse ULL-blokki, mille sagedusmuundist saadud kõrge vahesagedusega signaal (8,4 MHz või 6,5 MHz) läbib kolmeastmelise vahesagedusvõimendi, kusjuures esimese vahesagedusastmena toimib amplituudmoduleeritud signaalide sagedusmuundi *SM*. Sagedusdetektorist juhitakse detekteeritud helisagedussignaal samuti kui amplituuddetektoristki helisagedusvõimendisse.

Enamikus esimese klassi vastuvõtjais eelneb sagedusmuundile tundlikkusse ja selektiivsuse suurendamiseks signaalisagedusvõimendi.

Häälestamise hõlbustamiseks kasutatakse optilist häälestusindikaatorit.

Kõrgema klassi vastuvõtjad ületavad tundlikkuselt ja selektiivsuselt esimese klassi vastuvõtjaid («Festival», «Estonia», «Simfonia»). Nende peamiseks eeliseks esimese klassi vastuvõtjate ees on veelgi parem helikvaliteet ja hõlpsam käsitsemine. Elektroakustiline süsteem koosneb mitmest (kuni 10) kõrgekvaliteedilisest valjuhääldajast. Vastuvõtjate mõnedel mudelitel on osa valjuhääldajaid eraldi kastides, mis paigutatakse soovikohasele kaugusele vastuvõtjast. Kõrgema klassi vastuvõtjad võivad olla va-

rustatud automaatse täppishäälestusseadisega ja kaugjuhtimisseadisega, mille abil on võimalik ümber lülitada laineastmikke, häälestada vastavale jaamale ja reguleerida helitugevust (6 m kaugusel vastuvõtjast). Niisuguste raadiovastuvõtjate ja radioolade maksimaalne väljundvõimsus on kuni 8 W.

Esimese ja kõrgema klassi vastuvõtjaid toodetakse ka stereofoonilistena.

2. peatükk

MÕÕTESEADMED

2.1. ÜLDIST

Raadiovastuvõtjate korrasoleku kontrollimiseks ja rikete avastamiseks tuleb mõõta mitmesuguseid elektro- ja raadiotehnilisi suurusi, näiteks takistite, kondensaatorite ja poolide elektrilisi suurusi, elektronlampide ning transistoride põhinäitajaid jne. Mõõtmise teel saab kindlaks määrata vastuvõtja skaala gradueerimise täpsust ning vahesageduse õigsust, astmete ning sõlmede korrasolekut ja avastada remonditavas vastuvõtjas palju muid defekte.

Nendeks mõõtmisteks on tarvis väga mitmesuguseid mõõteseadmeid, millede hulka kuuluvad mitut liiki indikaatorid, volt-, milliamper- ja oommeetrid, mahtuvuse- ja induktiivsusemõõtjad, lampvoltmeetrid, signaalgeneraatorid, elektronlampide ja pooljuhttrioodide mõõtjad. Mida täiuslikum on mõõteseadmete komplekt, seda kiiremini ja metoodilisemalt on võimalik avastada raadioseadmete vigu.

Kuigi enamikku nendest mõõteseadmetest on võimalik soetada tehasetooteina, mis tuleb kõne alla suuremate raadioremonditöökodade oludes, on raadioharrastajad või ka väiksemad töökojad sunnitud suurema osa vajalikkudest mõõteseadmetest valmistama ise.

Allpool kirjeldataksegi nende põhiliste, raadioremondiks vajalike mõõteseadmete valmistamist. Samuti esitatakse ka levinumate tööstuslike mõõteriistade põhiandmed.

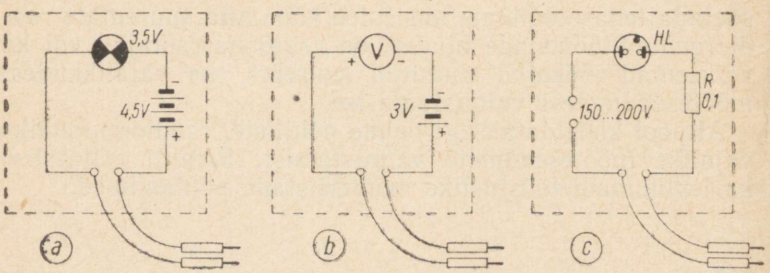
Hõõglambiga indikaator. Lihtsamate vigade avastamiseks raadiovastuvõtjates piisab hõõglambiga indikaatorist, mille skeem on joonisel 2.1, *a*. Nimetatud indikaator koosneb taskulambipatareist, selle pirnist (3,5 V, 0,2 A) ja kahest pistikutega varustatud painduvast juhtmest. Sellise indikaatoriga on võimalik avastada vigu võrgutoitejuhtmeis, kaitsmeis, võnkeringide poolides, puudulikke kontakte mitmesugustes lülitites ja montaažis.

Voltmeetriga indikaator (joon. 2.1, *b*). Indikaator koosneb 3-V mõõtepiirkonnaga voltmeetrist, kahest pistikutega varustatud painduvast juhtmest ja 3-V alalisvooluallikast. Niisuguse indikaatoriga saab voltmeetri näidu järgi hinnata ka mõõdetavate vooluringide takistust, mis on pöördvõrdeline voltmeetri poolt mõõdetud pingega. Ka võib voltmeetri skaala gradueerida takistuste mõõtühikutes.

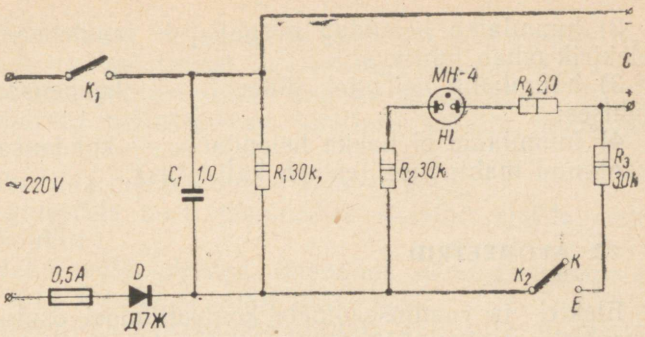
Huumlambiga indikaator. Ulatuslikult on rakendatav huumlambiga indikaator (joon. 2.1, *c*). See indikaator koosneb alalisvooluallikast (pingega 150 ... 200 V), huumlambist (näiteks tüüp MH-4), voolupiiramistakistist *R* ja kahest painduvast juhtmest, mille otsa on kinnitatud mõõtepistikud.

Huumlampindikaator võimaldab kontrollida takistite, kondensaatorite, kaitsmete ja elektronlambi kütteniidi ning katoodi vahelise isolatsiooni korrasolekut.

Samuti on võimalik huumlampindikaatoriga ligikaudselt hinnata nii vilk- kui ka keraamiliste ning paberkon-



Joon. 2.1. Mõõteindikaatorite skeemid:
a — hõõglambiga indikaator, *b* — voltmeetriga indikaator, *c* — huumlambiga indikaator



Joon. 2.2. Kondensaatorite prooviseadis

densaatorite dielektriku takistust. Halva dielektriku puhul hõõgub huumlamp pidevalt, kuid nõrgalt. Lühises oleva kondensaatori puhul aga helendab ta täie valgusega. Hea dielektrikuga kondensaatori proovimisel lööb huumlamp põlema ainult sisselülitamise hetkel ja hiljem, kondensaatori täislaadumisel, kustub.

Elektrolüütkondensaatorite korrasoleku kontrollimiseks kirjeldatud huumlambiga indikaator ei sobi, sest need kondensaatorid juhivad vähesel määral ka alalisvoolu, mistõttu indikaatori huumlamp jääb kogu proovimise ajaks helendama.

Kondensaatorite prooviseadis (joon. 2.2). Seadmega saab kontrollida nii harilike kui ka elektrolüütkondensaatorite korrasolekut.

Prooviseadme üksikosad kinnitatakse 9 × 12 cm suurusele isoleerainest esiplaadile. Ühendusjuhtmete pikkus ja detailide asetus ei ole siinjuures olulise tähtsusega. Et seadme üksikosad on pingestatud, siis tuleb ohutuse tagamiseks kogu seade paigutada isoleermaterjalist kesta.

Proovitav kondensaator kinnitatakse kruviklemmide *C* külge. Elektrolüütkondensaatori külgeühendamisel tuleb silmas pidada selle polaarsust. Lüliti K_2 seatakse elektrolüütkondensaatori puhul asendisse *E*. Lülitiga K_1 ühendatakse seadis võrku ning jälgitakse esiplaadile paigutatud huumlampi:

1) huumlamp hakkab helendama ja kustub aeglaselt — kondensaator on täiesti töökorras;

2) huumlamp helendab nõrgalt — kondensaatori dielektrik omab juhtivust;
3) huumlamp helendab pidevalt — kondensaator on lühises;
4) huumlamp ei hakka helendama — kondensaator on kaotanud mahtuvuse (esineb katkestus).

2.3. AVOMEETRID

Elektri- ja raadioseadmete kontrollimisel osutub kõige kasutatavamaks mõõteriistaks avomeeter (tester). Järgnevalt esitatakse mõningate tööstuslikult toodetavate avomeetrite põhiandmed.

Avomeeter (ampervoltoommeeter) ТЛ-4 on kombineeritud elektrimõõteriist, mis võimaldab mõõta alalis- ja vahelduvpinget, mille sagedus võib olla 40 ... 10000 Hz, alalisvoolu ja alalisvoolutakistust.

Kirjeldataval avomeetril on 25 mõõtepiirkonda, millest igaüht on võimalik valida ühise ümberlülitiga:
alalisvool: 0,1—0,3—3—30—300—3000 mA;
alalispinge: 0,1—1—3—10—100—300—1000 V;
vahelduvpinge: 1—3—10—30—100—300—1000 V;
takistus: 2 kΩ—20 kΩ—200 kΩ—2 MΩ—20 MΩ.

Mõõteriistana kasutatakse avomeetris ИП-1 tüüpi mikroampermeetrit mõõteulatusega 100 μA. Avomeetri sisendtakistus on alalispinge mõõtmisel 10 kΩ/V ja vahelduvpinge mõõtmisel 2,5 kΩ/V.

Oommeetri toitmiseks kasutatakse mõõtepiirkondades *x1, x10, x100* üht 1,5-V elementi ning mõõtepiirkonnas *x1000* lisaks veel üht eelmisega järjestikku ühendatud samasugust elementi. Mõõtepiirkonnas *x10 000* kasutatakse väljastpoolt külgeühendatavat lisapatareid pingega 24 ... 30 V.

Enne mõõtmisele asumist on tarvis veenduda, et osuti paikneks skaalal nulljaotusel ja tarbe korral osuti nullistada mehaanilise nullikorrektori kruvi keeramisega. Järgnevalt asetatakse mõõteliikide ümberlüliti vajalikule mõõtepiirkonnale. Pinge või voolu puhul on soovitav alustada mõõtmist suurimalt mõõtepiirkonnalt. Mõõdetav suurus loetakse kõigil mõõtepiirkondadel, välja arvatud vahelduvpinge 1 ja 3 V, kahelt ülemiselt võrdsete jaotustega skaalalt 0 ... 10 ja 0 ... 3. Kuni 3-V vahelduvpinge mõõt-

misel kasutatakse 30 jaotusega skaalat «3 V» ja kuni 1-V vahelduvpinge mõõtmisel 10 jaotusega skaalat «1 V».

Takistuse mõõtmisel tuleb toimida järgmiselt:

1) määrata orienteerivalt kindlaks vajalik mõõtepiirkond;

2) lühistada mõõtejuhtmed «—» ja «+»;

3) reguleerida osuti oommeetri skaalal nullile nupu «Уст. 0» abil;

4) avada mõõtejuhtmed, ühendada nendega mõõdetav takisti ning lugeda skaalalt osuti näit.

Lisatoiteallika kasutamisel toimub takistuse mõõtmine järgmiselt:

1) asetada mõõteliikide ümberlüliti asendisse x 10000;

2) lülitada mõõteriista kruviklemmide külge («—» ja «+») 30-V lisapatarei ja reguleerida osuti oommeetri skaalal nullile nupu «Уст. 0» abil;

3) lülitada lahti toiteallika «miinus», asetada kruviklemmi ja juhtme vahele mõõdetav takisti ning lugeda skaalalt osuti näit.

Et pikendada toiteallikate kasutusiga, ei ole soovitav mõõtepistikuid hoida kaua mõõdetaval takistil.

Kui mõõteriista osutit ei ole võimalik oommeetri skaalal nullistada nupu «Уст. 0» abil, tuleb toiteallikad asendada uutega.

Kombineeritud mõõteriist Ц437 võimaldab mõõta alalisvoolu ja alalispinget, vahelduvpinget sagedusalas 45... 40 000 Hz, alalisvoolutakistust ning transistoride parameetreid.

Mõõtepiirkonnad on järgmised:
alalisvool: 0,1—1—10—100—1000 mA;
alalispinge: 2,5—10—50—250—500—1000 V;
vahelduvpinge: 2,5—10—50—250—500—1000 V;
takistus: 300 Ω—3 kΩ—30 kΩ—300 kΩ—3 MΩ.

Maksimaalne mõõteviga on alalispinge, alalisvoolu ja takistuse mõõtmisel ± 2,5% ning vahelduvpinge mõõtmisel 4%.

Oommeetri toitmiseks kasutatakse mõõtepiirkondades 0...300 Ω, 0...3 kΩ, 0...30 kΩ, 0...300 kΩ üht taskulambipatareid ning mõõtepiirkonnas 0...3 MΩ väljastpoolt külgeühendavat 30...42-V lisapatareid.

Kombineeritud mõõteriist Ф434 võimaldab mõõta alalis- ja vahelduvpinget (sagedusalas 45...15000 Hz), alalis-

220796

N. V. Gogoli nim. Tartu Linna

ja vahelduvvoolu, alalisvoolutakistust ning transistoride tähtsamaid parameetreid.

Mõõteriistal on järgmised mõõtepiirkonnad:

alalispinge: 0,3—1,5—12—60—150—500 V;
vahelduvpinge: 1,5—7,5—60—300—750 V;
alalisvool: 0,06—0,6—6—60—600 mA;
vahelduvvool: 0,3—3—30—300 mA;
takistus: 5—50—500 kΩ (20—200—2000 kΩ).

Kombineeritud mõõteriista Ф434 sisendtakistus on alalispinge mõõtmisel 16,7 kΩ/V ja vahelduvpinge mõõtmisel 3,3 kΩ/V.

Maksimaalne põhimõõteviga on alalisvoolu, alalispinge ja takistuse mõõtmisel 2,5%, vahelduvvoolu ja vahelduvpinge mõõtmisel 4% ja vooluvõimendusteguri β mõõtmisel 5%.

Oommeetri ja transistoride prooviseadise toitmiseks kasutatakse üht taskulambipatareid.

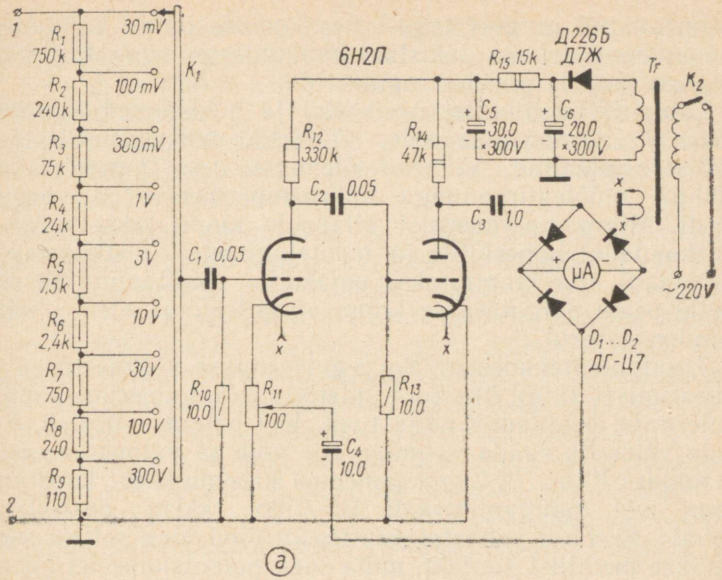
2.4. ELEKTRONVOLTMEETRID

Elektronvoltmeetreid saab ehitada nii elektronlampide kui ka transistoride baasil. Kasutusotstarbelt jagunevad nad alalispinge- ja vahelduvpinge-elektronvoltmeetriteks. Elektronvoltmeetritel on suur sisendtakistus, samuti saab nendega mõõta madalaid pingeid ja ka kõrgsageduspingeid.

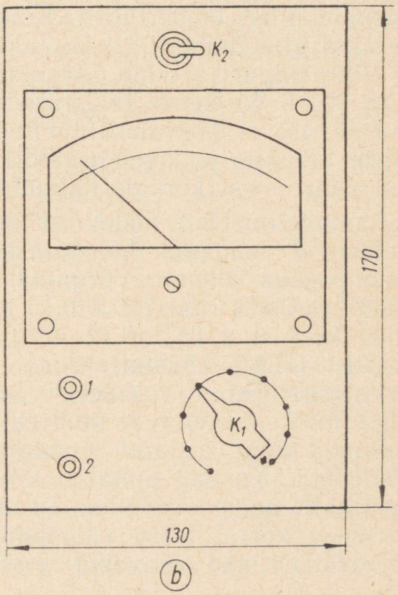
Lamp-millivoltmeeter. Kirjeldatavas lamp-millivoltmeetris kasutatakse tundlikkuse tõstmiseks kaheastmelist madalsagedusvõimendit. Lamp-millivoltmeeter võimaldab mõõta vahelduvpingeid sageduspiirkonnas 15 . . . 30 000 Hz. Tal on üheksa mõõtepiirkonda: 30—100—300 mV—1—3—10—30—100—300 V. Sisendtakistus on kõigis mõõtepiirkondades 1,1 MΩ.

Voltmeetri mõlemas võimendusastmes (joonis 2.3-*a*) kasutatakse liitlambi 6Н2П kahte trioodi. Mõõdetav vahelduvpinge rakendatakse pingejaguri $R_1 \ldots R_9$ kaudu esimese trioodi tüürvõrele. Võimendatud pinge suunatakse teise trioodi tüürvõrele. Sama trioodi anoodvooluringi on ühendatud neljast pooljuhtdioodist koostatud sildalaldi, mis on koormatud mikroampermeetriga (200 μA).

Voltmeetris rakendatakse negatiivset pingetagasisidestust. Selleks antakse parempoolse trioodi väljundist osa



Joon. 2.3. Lamp-millivoltmeeter:
a — skeem, *b* — esikülg



võimendatud pingest tagasi vasakpoolse lambi katoodile. Potentsiomeetri R_{11} takistuse muutmisega saab tagasisidestust laiades piirides reguleerida.

Lamp-millivoltmeetri üksikosad ja põhisõlmed kinnitatakse 2...3 mm paksusele, 170 × 130 mm suurusele metallist esiplaadile. Viimase ülemisse ossa paigutatakse 200-μA mõõtepiirkonnaga mikroampermeeter ja võrgulüliti. Mikroampermeetrist allapoole kinnitatakse mõõtepiirkondade ümberlüliti ja mõõtejuhtmete pistikupesad. Esiplaadi alla kinnitatakse omakorda riiulitaoline šassii. Selle peale paigutatakse lamp, võrgutrafo ja elektrolüütkondensaatorid.

Traatpotentsiomeetrit R_{11} reguleeritakse voltmeetri graadueerimisel ainult üks kord, mistõttu ta reguleerimisnuppu pole vaja esiplaadile välja tuua. Kui potentsiomeetrit R_{11} pole võimalik saada valmina, siis võib ta valmistada ise, mähkides 0,15...0,2 mm jämedust kroomnikkel-, konstantaan- või manganiintraati BC-tüüpi takisti portselankehale. Seejärel puhastatakse traadi pind ning sellele asetatakse metallist kontakt, mida saab potentsiomeetri takistuse muutmiseks piki portselankeha edasi-tagasi nihutada.

Sisendpingejaguris tuleb kasutada üheplaadilist üheksapositsioonilist ümberlülitit. Kõik pingejaguri takistid joodetakse otse ümberlüliti kontaktide külge.

Pingejaguris tuleb kasutada takisteid võimsusega 0,25...0,5 W. Nende takistused peavad olema võimalikult täpsed, nii et kõrvalekaldumine ei ületaks ± 1%. Kõigi teiste takistite ja kondensaatorite suurused võivad näidatud väärtustest kõrvale kalduda ± 20% piirides.

Lampvoltmeetrit toidetakse vahelduvvooluvõrgust. Võrgutrafo *Tr* südamik koostatakse plekkidest III-16, plekipaki paksus 20 mm. Võrgumähis pingele 220 V koosneb 3300 keerust (traat ПЭЛ 0,15 mm). Anoodmähis koosneb 3000 keerust (ПЭЛ 0,12 mm), lambi küttemähis — 96 keerust (ПЭЛ 0,5 mm).

Valmisehitatud voltmeetri korrasoleku kontrollimiseks tuleb mõõtepiirkondade ümberlüliti asetada 1-V mõõtepiirkonnale ning seejärel puudutada sõrmega ta ülemist klemmi *1*. Kui sel puhul mikroampermeetri osuti kaldub paremale, on pooljuhtdioodid ühendatud skeemi õigesti. Vastasel korral tuleb vahetada mikroampermeetri külge tulevad juhtmed omavahel ringi.

Seejärel asutakse voltmeetri gradueerimisele, milleks tuleb kasutada võimalikult täpset vahelduvvoolu-voltmeetrit, mis ühendatakse rööbiti kontrollitavaga. Gradueerimiseks kasutatakse 12-V vahelduvvooluallikat (eritrafo), millega on rööbiti ühendatud traatpotentsiomeeter (näit. 500...1000 Ω), et oleks võimalik sujuvalt reguleerida pinget piirides 0...10 V.

Gradueerimist alustatakse vastavate mõõtepiirkondade sisselülitamisega nii täppis- kui ka lampvoltmeetril (10 V). Siis reguleeritakse potentsiomeetri abil pinge niisuguse suuruseni, et täppisvoltmeetri osuti näitaks 10 volti. Nüüd tuleb lampvoltmeetri mõõteriista osuti potentsiomeetri R_{11} takistuse muutmisega viia skaala viimasele jaotusele. Seejärel märgitakse gradueeritava mõõteriista skaalale täppisvoltmeetri järgi vahepealsed väärtused vähemalt 10...20 punktis, sest pooljuhtdioodide pinge-voolu tunnusjooned ei ole lineaarsed, mistõttu jaotused skaala alguses on mõnevõrra kokku surutud. Jaotused ülejäänud vahelduvpinge mõõtepiirkondades vastavad enam-vähem 10-V skaalale.

Transistor-millivoltmeeter. Kirjeldatav transistor-millivoltmeeter võimaldab mõõta vahelduvpingeid sagedusega 10 Hz kuni 30 kHz ja omab kümme mõõtepiirkonda: 10—30—100—300 mV—1—3—10—30—100—300 V. Üleminek ühelt mõõtepiirkonnalt teisele toimub ümberlüliti abil. Voltmeetri sisendtakistus on ligikaudu 1 MΩ.

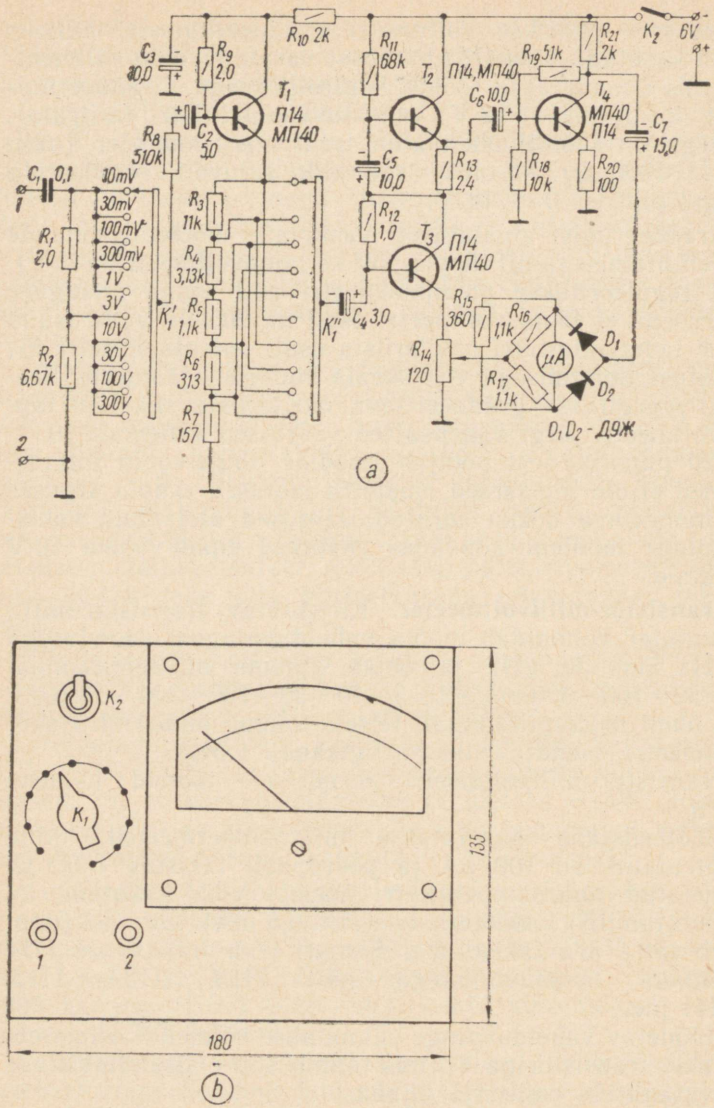
Transistor-millivoltmeetri skeem on toodud joonisel 2.4, *a*.

Mõõteriistana kasutatakse mikroampermeetrit, mille mõõteulatus on 100 μA ja pöördpooli takistus 1600 Ω. Nimetatud mikroampermeetri asemel võib kasutada ka vähem tundlikku mõõteriista (näit. 0,5 mA), kuid sel juhul tuleb jätta ära takisti R_{15}. Samuti võib transistore П14 asendada teisetüübilistega, näit. П13, П13А, П15, МП41 jne.

Mõõdetav vahelduvpinge suunatakse võimendi esimesele astmele transistoriga T_1, mis toimib suure sisendtakistuse saavutamiseks emitterjärgijana.

Teises madalsagedusvõimendi astmes on kaks transistori T_2 ja T_3 omavahel ühendatud järjestikku. Selline lülitus annab suure võimenduse, kusjuures sagedus- ning faasimoonutused on minimaalsed.

Võimendi lõppaste töötab transistoriga T_4. Kollektori-



Joon. 2.4. Transistor-millivoltmeeter:
a — skeem, *b* — esikülg

vool on stabiliseeritud takistitega R_{18} ja R_{19}. Nimetatud takistite suurusest sõltub transistori tööpunkt. Emittervooluringi ühendatud takisti R_{20} suurendab selle astme sisendtakistust.

Võimendatud mõõdetav pinge alaldatakse kahest dioodist koostatud sildalaldis. Mikroampermeeter on sillatud takistiga R_{15} (peale R_{16} ja R_{17}) selleks, et vähendada mõõteriista tundlikkust 100 mikroamprilt 0,5 milliamprini. Sellega saavutatakse mõõteriista skaala suurem lineaarsus.

Võimendis kasutatakse selle töö stabiliseerimiseks ja mõõteriista skaala lineaarsuse suurendamiseks negatiivset tagasisidestust. Selleks antakse viimase transistori T_4 väljundist osa võimendatud pingest tagasi transistori T_3 emitterile. Tagasisidestuse tugevust reguleeritakse potentsiomeetri R_{14} abil, millega toimub ühtlasi voltmeetri reguleerimine.

Joonisel 2.4, *b* on kujutatud transistor-millivoltmeetri esiplaat, mis on valmistatud metallist. Esiplaadi külge on kinnitatud mikroampermeeter, mõõtepiirkondade ümberlüliti, lüliti K_2 ja mõõtejuhtmete pistikupesad. Ülejäänud detailid (takistid, kondensaatorid, transistorid) kinnitatakse eraldi getinaksplaadile, mis omakorda paigutatakse esiplaadi alla.

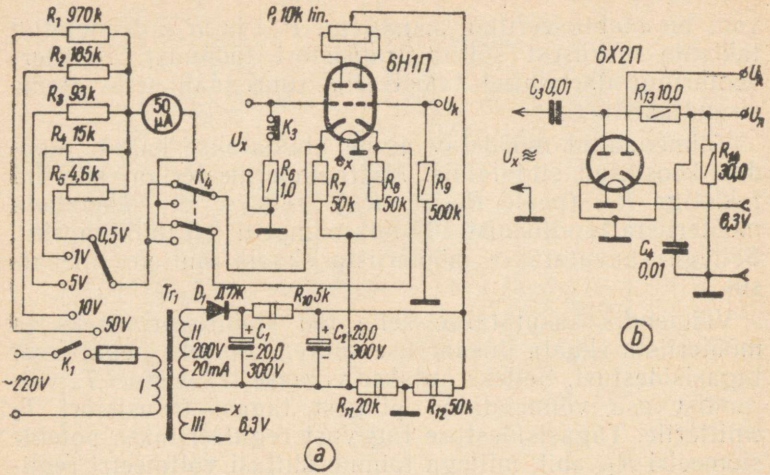
Transistor-millivoltmeetri skaala gradueeritakse samuti kui eelnevalt kirjeldatud lamp-millivoltmeetri korral.

Universaalne lampvoltmeeter (joon. 2.5). Kirjeldatav lampvoltmeeter võimaldab mõõta nii alalispingeid kui ka kõrgsageduslikke vahelduvpingeid sagedusteni kuni 100 MHz. Mõõtepiirkonnad on 0,5—1—5—10—50 V. Üleminek ühelt mõõtepiirkonnalt teisele toimub ümberlüliti abil.

Lampvoltmeeter koosneb diooddetektorist, alalisvooluvõimendist, mõõtepiirkonna laiendamise ümberlülitavatest eeltakistitest ja mikroampermeetrist.

Mõõteriista osuti nullpunkti triivimise vähendamiseks ja sageduse järelereguleerimise vajaduse kõrvaldamiseks kasutatakse lampvoltmeetri sildlülituse teises harus teist samatüübilist, kuid tüürpingeta töötavat trioodi. Vananemisel ja toitepingete muutumisel muutuvad nende elektrilised parameetrid ühteviisi ning sild jääb tasakaalu.

Mõõteriistana kasutatakse mikroampermeetrit mõõteulatusega 50 μA.



Joon. 2.5. Universaalne lampvoltmeeter:
a — skeem, *b* — kõrgsageduspingete mõõtmiseks kasutatava dioodidetektori skeem

Mõõteriista osuti nulli seadmine toimub igas mõõtepiirkonnas eraldi potentsiomeetri P_1 abil.

Mõõtejuhtmete ümberlülitamiseks (polaarsuse muutmiseks) on ette nähtud lüliti K_4.

Ühendusjuhtmete parasiitmahtuvuse mõju vältimiseks, mis eriti kõrgematel sagedustel soovimatult šunteeriks mõõteriista, monteeritakse lampvoltmeetri diood ühes juurdekuuluvate takistitega ja kondensaatoritega eraldi mõõtepeasse. Mõõtepead on lihtne vahetult paigutada vooluringi nende osade juurde, kus mõõtmine toimub. Voltmeetri mõõtemehhanism, toiteseadis ja alalispingevõimendi asuvad eraldi karbis. Seda seob mõõtepeaga ainult alalispinget kandev juhe, mille sisemahtuvus ei mõju enam kahjustavalt.

Ka koormamata dioodi puhul langeb katoodist emiteeruvatest elektronidest osa anoodile ja selles vooluringis ilmub nõrk elektronide vool. Seepärast antakse parempoolse dioodi kaudu (joon. 2,5, *b*) trioodi 6H1П parempoolse trioodi võrele vastav kompensatsioonipinge U_k.

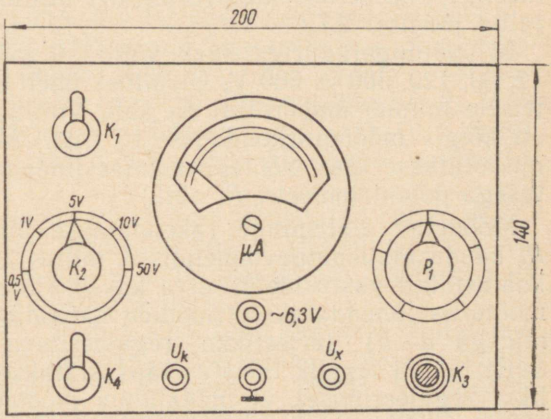
Pingejaguris kasutatakse takisteid võimsusega 0,25...

1 W. Nende takistuste kõrvalekaldumine näidatud suurusest ei tohi ületada $\pm$ 1%. Täpsete üksiktakistite puudumisel tuleb ühendada mitu takistit vastavalt kas järjestikku või rööbiti.

Lampvoltmeetrit toidetakse vahelduvvooluvõrgust. Võrgutrafo südamiku ristlõige on 5 cm². Mähisel *I* on 2100 keerdu traadist ПЭЛ 0,18 mm, mähisel *II* — 2100 keerdu ПЭЛ 0,1 mm, mähisel *III* — 67 keerdu ПЭЛ 0,6 mm.

Lampvoltmeetri ehitamiseks on vaja metallist 200 $\times$ 140 mm suurust esiplaati ja 200 $\times$ 140 mm suurust montaažplaati, mis kinnitatakse eelmisega risti. Montaažplaadile kinnitatakse võrgutrafo, kaitsmepesa ja elektrolüütkondensaatorid. Üksikosade paigutusest esiplaadil annab ülevaate joonis 2.6.

Kirjeldatavas lampvoltmeetris kasutatakse spetsiaalset lülitit K_3, mille kontaktid avanevad survenupule vajutamisel. Kui vasakpoolse trioodi võre ei ole ühendatud kõrgeoomilise takisti kaudu šassiiga, tekib sellel nn. võrelaeng, silla tasakaal rikutakse ja mõõteriista osuti annab tugeva hälbe, mis võib osutit kahjustada. Kui aga kõrgeoomiline takisti oleks pidevalt ühendatud võre ja šassii vahele, siis jääks see mõõtmisel rööbiti mõõteobjektiga ja koormaks mõõteriista. Seepärast on siin kasutatud erilülitit K_3, mis ühendab lambi võre ja katoodi vahele takisti



Joon. 2.6. Universaalse lampvoltmeetri esiplaat

R_6 (1 MΩ). Mõõtmisel ühendatakse kõigepealt mõõtejuhtmete pistikud mõõdetava objektiga, lahutatakse lüliti K_3 nupule vajutamisega takisti R_6 lambi võrelt ja sooritatakse siis lugem.

Voltmeetri skaala tuleb gradueerida võimalikult täpse alalispinge-voltmeetri järgi, mis ühendatakse rööbiti kontrollitavaga. Gradueerimisel kasutatakse vastavapingelist alalisvooluallikat, millega on rööbiti ühendatud traatpotentsiomeeter (500 ... 1000 Ω vooluallika pingel 0,5 ... 10 V või 10 kΩ vooluallika pingel 50 V). Gradueerimist alustatakse kõige madalamast mõõtepiirkonnast, s. o. 0 ... 0,5 V. Mõõtepiirkondi saab täpsustada eeltakisti takistuse muutmisega.

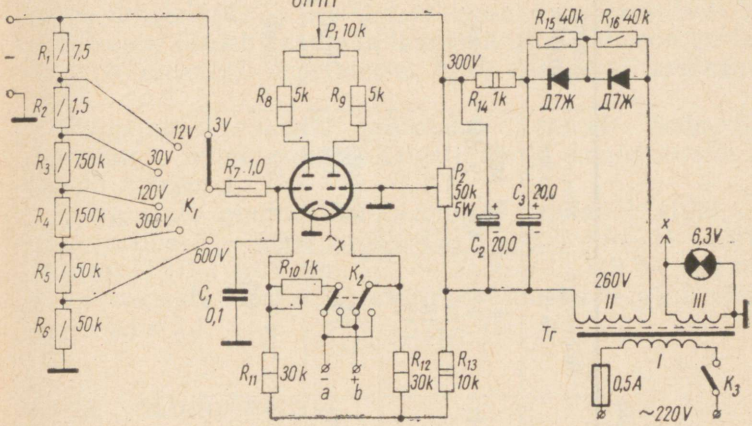
Mõõtepea reguleerimiseks ühendatakse see lampvoltmeetriga ja mõõtepiirkondade lüliti viiakse asendisse 0 ... 0,5 V. Potentsiomeetri P_1 abil reguleeritakse mõõteriista osuti nulli. Kui lampvoltmeeter on korras, siis peab mõõteriista osuti püsima pikemat aega nullil. Seejärel viiakse mõõtepiirkondade lüliti asendisse 0 ... 50 V ja ühendatakse mõõtepea sisendisse 30 ... 40-V vahelduvvooluallikas. Kui mõõteriista osuti ei asu skaalal ettenähtud punktis, tuleb muuta takisti R_{14} (30 MΩ) suurust. Osutub mõõtepiirkond 0 ... 50 V täpseks, siis on ka ülejäänud mõõtepiirkonnad täpsed.

Alalispinge-lampvoltmeeter. Raadioseadmete proovimisel on eriti tarvilik suure sisetakistusega alalispinge-voltmeeter. Ühe sellise lampvoltmeetri lülitusskeem on kujutatud joonisel 2.7.

Sisendpingejaguriga saab valida 6 mõõtepiirkonda: 3, 12, 30, 120, 300 ja 600 V. Üleminek ühelt mõõtepiirkonnalt teisele toimub ümberlüliti K_1 abil. Voltmeetri sisetakistus on kõigis mõõtepiirkondades 10 MΩ. Mõõteriista osuti nullistatakse igas mõõtepiirkonnas lineaarse takistusmuutusega potentsiomeetri P_1 abil.

Mõõdetav alalispinge rakendatakse pingejaguri R_1 ... R_6 kaudu alalispingevõimendisse, milles kasutatakse tasakaalustatud vastusidelülituses kaksiktrioodi 6Н1П. 1-mA mõõteriist ühendatakse trioodide katoodide vahele (klemmidega *a*—*b*) järjestikku reguleeritava takistiga R_{10}. Selle takisti tegelik takistus täpsustatakse voltmeetri lõplikul reguleerimisel, et madalaima mõõtepiirkonna puhul (3 V) annaks skaalaosuti täishälbe.

1-mA mõõteriistana võib eduga kasutada ka kombinee-



Joon. 2.7. Alalispinge-lampvoltmeetri skeem

ritud mõõteriista (näiteks Ц437), mis on lülitatud alalisvoolu 1-mA mõõtepiirkonnale.

Ümberlüliti K_2 on ette nähtud mõõteriista polaarsuse ümberlülitamiseks olenevalt sellest, kas mõõdetakse positiivset või negatiivset pinget seadise šassii suhtes.

Traatpotentsiomeetri P_2 abil valitakse lambi 6Н1П tööpunkt. Iseseisva 1-mA mõõteriista kasutamisel tuleb potentsiomeetri liugkontakt seada keskasendisse. Järelreguleerimise vajadus tekib siis, kui mõõteriista jaotused skaala lõpul on kokku surutud. Potentsiomeetri P_2 võib asendada kahe järjestikku ühendatud 25-kΩ (3 . . . 5-W) takistiga, millede keskpunkt tuleb ühendada voltmeetri šassiiga.

Vasakpoolse trioodi võrele on ühendatud filter R_7C_1, mille ülesandeks on tõkestada sageli alalispingega kaasneva vahelduvpinge pääsu lambi tüürvõrele. Vastasel korral mõjutaks see alalispinge näitu.

Kondensaator C_1 peab olema hea, kaovaese isolatsiooniga ja ühendatud lühidalt lambi võre ja šassii vahele. Pingejaguritakistid $R_1 \ldots R_6$ peavad olema võimalikult täpsed, sest neist sõltub lampvoltmeetri mõõtetäpsus. Sobivate üksiktakistite puudumisel saab neid tarbe korral kombineerida mitmest takistist.

Tabel 2.1. **Levinumate tööstuslike elektronvoltmeetrite põhiandmeid**

Nimetus ja tüüp	Mõõdetav parameeter	Mõõtepiirid	Sageduspiirid	Mõõteviga %	Sisendtakistus	Sisendmahtuvus
Lampvoltmeeter	Alalispinge	0,1 ... 1000 V	—	±4	11 MΩ	—
В7-3 (А4-М2)	Vahelduvpinge	0,1 ... 1000 V	50 Hz ... 60 MHz	±5	4,3 ... 9 MΩ	7 pF
	Takistus	1Ω ... 100 MΩ	—	±10	—	—
	Mahtuvus	100 pF ... 100 μF	—	±15	—	—
	Induktiivsus	100 mH ... 100 M	—	±15	—	—
Lampvoltmeeter	Alalispinge	0,1 ... 150 V		±2,5	10 MΩ	
В7-2 (ВЛУ-2)	Vahelduvpinge	0,1 ... 150 V	20 Hz ... 400 MHz	±2,5	10 MΩ	10 pF
Lampmillivoltmeeter В3-3 (МВЛ-3)	Vahelduvpinge	1 ... 1000 mV	30 Hz ... 10 MHz	±3 ... ... ±10%	1 MΩ	10 pF

Eriti tuleb rõhku panna mõõteklemmide, mõõtepiirkondade ümberlüliti ja 6Н1П lambipesa esmaklassilisele isolatsioonile. Tuleb kasutada keraamilise isolatsiooniga lambipesa; montaaži lõpetamisel tuleb see pesta aviobensiiniga.

Pingejaguri takistid joodetakse vahetult ümberlüliti kontaktide külge, samuti takisti R_7 ja kondensaator C_1 lambi tüürvõrele.

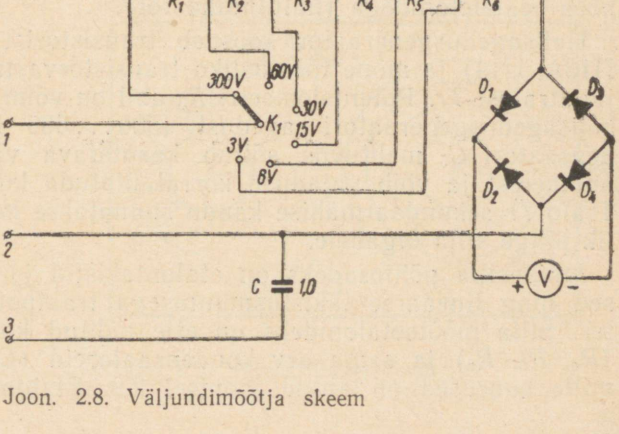
Võrgutrafo andmed on järgmised: südamik Ш20×30 mm; mähis I — 1800 keerdu ПЭЛ-1 0,25 mm, II — 2100 keerdu ПЭЛ-1 0,08 mm, III — 50 keerdu ПЭЛ-1 0,6 mm.

Levinumate tööstuslike elektronvoltmeetrite põhiandmed on tabelis 2.1.

2.5. VÄLJUNDIMÕÕTJA

Raadiovastuvõtja väljundpinge sõltub ta sisendpinge suurusest ja vastuvõtja tundlikkusest. Kindla sisendpinge puhul aga sõltub väljundpinge ainult vastuvõtja häälestuse täpsusest. Sellest järeldub, et väljundpinge järgi on võimalik vastuvõtjat häälestada ja teha muid reguleerimisi.

Väljundimõõtja (skeem joonisel 2.8) koosneb magnetoelektrilisest mikroampermeetrist mõõteulatusega 150 μA



Joon. 2.8. Väljundimõõtja skeem

ja sisetakistusega 1500 Ω, pooljuhtdioodidest (Д2А, Д2Г) koostatud sildalaldist, ümberlülitist K_1, takistitest $R_1 \ldots R_6$ ja kondensaatorist C.

Ümberlüliti K_1 abil on võimalik mikroampermeetri vooluringi ühendada vastav arv eeltakisteid järjestikku. Sellega saavutatakse mõõteriista (voltmeetri) piirkondadeks 3—6—15—30—60—300 V.

Kui mõõdetav vahelduvpinge sisaldab ka alaliskomponenti, tuleb ta rakendada klemmidele *1—3*. Sel puhul tõkestab kondensaator C alalisvoolu pääsu mõõteriista vooluringi. Puht-vahelduvpinge juhitakse aga klemmidele *1—2*.

Väljundimõõtja gradueerimiseks kasutatakse võimalikult suure tundlikkuse ja täpsusklassiga vahelduvvoolu-voltmeetrit. Gradueeritakse 50-Hz sagedusega võrgupinge abil.

Tööstusliku väljundimõõtjaga ИВ-5 saab mõõta alalis- ja vahelduvpingeid piirides 0 ... 1000 V. Sisendtakistus alalispinge mõõtmisel on 1 kΩ/V, kuni 30-V vahelduvpinge korral 20 kΩ, kõrgema vahelduvpinge korrag 1,5 kΩ/V.

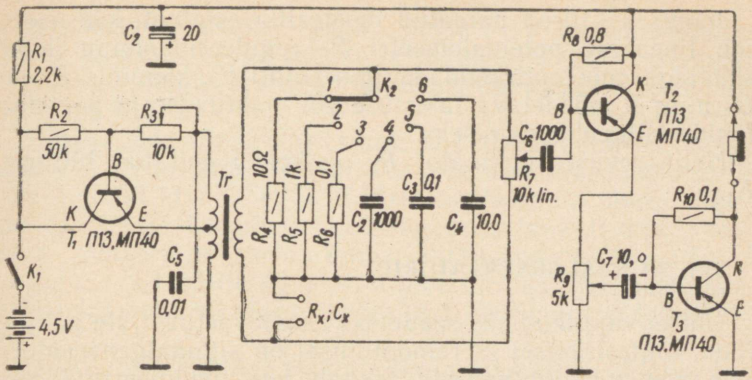
2.6. TAKISTUSE JA MAHTUVUSE MÕÕTESILD

Kirjeldatava mõõtesillaga on võimalik mõõta takistusi 1 Ω ... 1 MΩ ja mahtuvusi 100 pF ... 100 μF.

Jooniselt 2.9 selgub, et mõõteriista põhiosadeks on helisagedusgeneraator, mõõtesild ja helisagedusvõimendi koos peatelefonidega (nulliindikaator).

Helisagedusgeneraator koosneb transistorist T_1 (П13, П13А, П14) ja mõne tööstusliku transistorvastuvõtja väljundtrafost *Tr*. Potentsiomeetri R_3 abil on võimalik muuta helisagedusgeneraatori sagedust (300 ... 600 Hz). Kondensaatori C_5 mahtuvus sõltub kasutatava väljundtrafo andmetest ja võib vajaduse korral ulatuda kuni 0,1 μF. Trafo *Tr* sekundaarmähise kaudu suunatakse helisagedusliik pinge silla õlgadele.

Mõõtesilla põhiosadeks on etalontakistid ja -mahtuvused ning lineaarse takistusmuutusega traatpotentsiomeeter. Silla mõõteetalonideks on ette nähtud kolm takistit (R_4, R_5, R_6) ja sama arv kondensaatoreid (C_2, C_3, C_4), mille suurused on antud joonisel 2.9. Etalontakistid ja

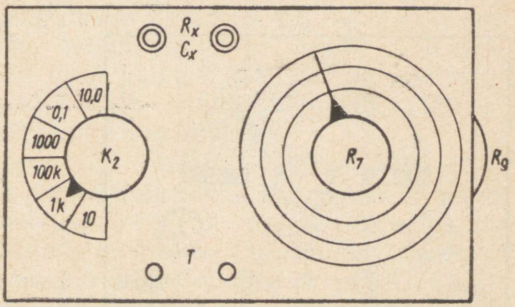


Joon. 2.9. Takistuse ja mahtuvuse mõõtesilla skeem

-kondensaatorid tuleb valida võimalikult täpsed, sest nendest sõltub otseselt mõõtesilla mõõteviga.

Nulliindikaatoriks kasutatakse peatelefone ühes juurdekuuluva helisagedusvõimendiga. Et vältida kahjulikku sidestust helisagedusgeneraatori ja helisagedusvõimendi vahel, tuleb need paigutada teineteisest võimalikult eemale. Takisti R_1 ja kondensaator C_1 moodustavad lahtisidestusfiltri.

Transistori T_2 emitteriringis asetseva potentsiomeetriga R_9 reguleeritakse nulliindikaatori tundlikkust.



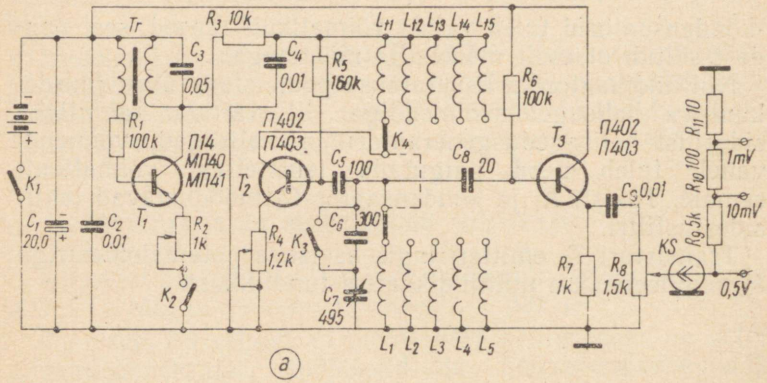
Joon. 2.10. Mõõtesilla esiplaat

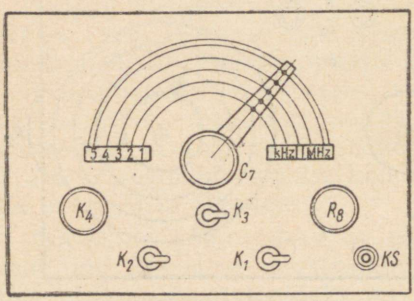
Joonisel 2.10 on näidatud mõõtesilla esiplaat, kus asetseb lineaarse potentsiomeetri R_7 reguleerimisnupp koos skaalaga, mõõtepiirkondade ümberlüliti K_2, klemmid R_x ja C_x ning T mõõdetava takistuse või mahtuvuse ja peatelefonide külgeühendamiseks.

Helitugevuse regulaator R_9 on kokku ehitatud lülitiga K_1.

2.7. SIGNAALGENERAATORID

Üheks vajalikumaks seadmeks raadiovastuvõtjate põhjalikul kontrollimisel ja remontimisel on signaalgeneraator, mis vastavalt vajadusele tekitab kas moduleeritud või moduleerimata kõrgsageduspinget.





Joon. 2.11. Signaalgeneraator: *a* — skeem, *b* — esiplaat

Signaalgeneraatoril peab olema lai sagedusastmik, püsiv sagedus, täpne skaala ja reguleeritav väljundpinge.

Patareitoitega transistorisignaalgeneraatori skeem on joonisel 2.11, *a*.

Kõrgsageduspinge tekitajana ehk ostsillaatorina kasutatakse transistori П402 või П403. Sageduspiirkond 150 ... 1600 kHz ja 4 ... 12 MHz on jaotatud viieks sagedusastmikuks. Üleminek ühelt sagedusastmikult teisele toimub võnkeringi pooli ümberlülitamisega ($L_1 \ldots L_5$ — — $L_{t1} \ldots L_{t5}$) lüliti K_4 abil. Ümberlülitiks võib kasutada kahesektsioonilist viiepositsioonilist kettakujulist lainelülitit.

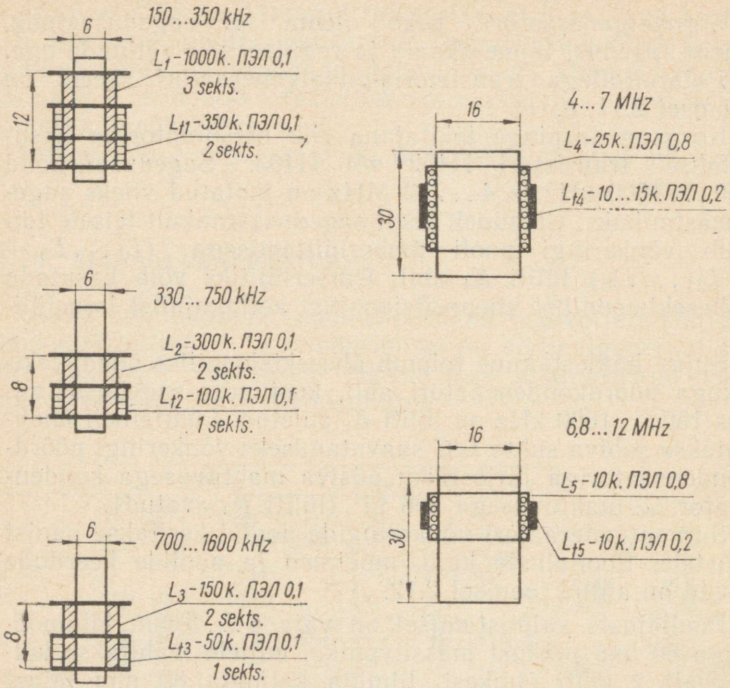
Sujuv häälestamine toimub ühesektsioonilise õhkdielektrikuga pöördkondensaatori abil, kusjuures sagedusastmikes 150 ... 1600 kHz on lüliti K_3 suletud. Lühilaineil ühendatakse sobiva suhte L/C saavutamiseks võnkeringi pöördkondensaatoriga järjestikku püsiva mahtuvusega kondensaator C_6 mahtuvusega 300 pF (lüliti K_3 avatud).

Signaalgeneraatori võnkeringide poolid keritakse papist alustele. Poolialuste kuju, mõõtmed ja poolide keerdude arvud on antud joonisel 2.12.

Poolialuste valmistamisel on vaja 4 ... 5-mm läbimõõduga 80 mm pikkust massiivpulka, millele mähitakse kõigepealt 2 kihti õhukest, liimiga katmata 80 mm laiust pabeririba, et hiljem oleks võimalik poolialust pulgalt hõlpsalt eraldada. 70 mm laiuse paksema paberi riba üks külg kaetakse liimiga ja mähitakse seda varem ettevalmistatud alusele nii mitu kihti, et poolialuse läbimõõt oleks 6 mm. Pärast kuivamist tükeldatakse poolikeha kolme ossa (iga osa pikkus 20 mm) ja eraldatakse need aluselt. Järgnevalt lõigatakse vähemalt 0,5 mm paksusest papist kümme 20-mm läbimõõduga ja 6-mm siseavaga seibi ning kleebitakse need joonisel 2.12 antud mõõtmete kohaselt kolmele poolikehale. Häälestuspoolid (150 ... 1600 kHz) mähitakse käsitsi segamähisena.

Lühilaineastmike (4 ... 12 MHz) poolialuste läbimõõt on 16 mm. Häälestuspoolid mähitakse ühekihilisena keerd keeru kõrvale. Häälestuspooli peale paigutatakse paarikihiline pabeririba, millele mähitakse tagasisidestuspool.

Modulaator koosneb transistorist МП40 ja МП41 ja madalsagedustrafost, mille primaar- ja sekundaarmähise keerdude arvude suhe on 1 : 3 ... 1 : 4. Sellena on võimalik kasutada tehases toodetud transistorvastuvõtja sidestus-



Joon. 2.12. Poolide konstruktsioon ja keerdude arvud

trafot. Modulaatortrafo võib valmistada ka kodusel teel. Südamikuna kasutatakse silindrikujulist 30 mm pikkust ferriitsüdamikku. Vastavalt ferriitsüdamiku läbimõõdule valmistatakse sellele poolialus. Primaarmähis sisaldab 600 keerdu ja sekundaarmähis 2400 keerdu 0,1 mm jämedust vasktraati ПЭЛ.

Modulaatori talitlussageduse määrab trafo sekundaarmähise induktiivsus ja kondensaatori C_3 mahtuvus. Liiga madala tooni puhul tuleb kondensaatori C_3 mahtuvust vähendada ja vastupidi. Modulatsioonisügavus reguleeritakse takistiga R_2 püsivalt väärtusele 30% ja hiljem ei ole vajadust selle järelreguleerimiseks. Modulatsiooni sisse- ja väljalülitamiseks on lüliti K_2.

Ostsillaatorile järgneb transistoriga T_3 (П402, П403) kõrgsagedusvõimendi. Potentsiomeeter R_8 on generaatori väljundpinge sujuvaks reguleerimiseks.

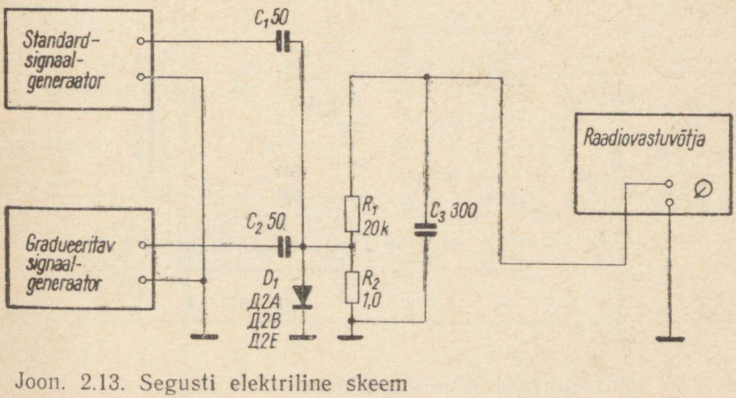
Signaalgeneraatori väljundjuhtmeks on koaksiaalkaabel, mille ühes otsas on plekist varjestuskarbis aktiivtakistuslik pingejagur ja teises pistik.

Signaalgeneraatori esiplaat valmistatakse 1,5...2 mm paksusest duralumiinium-, vask- või raudplekist, kusjuures selle mõõtmed sõltuvad üksikosade suurusest ja paigutusest (joonis 2.11, *b*). Esiplaadile kinnitatakse pöördkondensaator koos skaalaga, sagedusastmike ümberlüliti K_4, väljundpinge regulaator R_8, modulatsiooni ümberlüliti K_2, lühenduskondensaatori lüliti K_3, üldlüliti K_1 ja pistikupesa *KS*. Transistorid, takistid ja kondensaatorid monteeritakse esiplaadi alla kinnitatud getinaksplaadile.

Signaalgeneraator paigutatakse metallkasti, mille esiküljeks on generaatori esiplaat.

Signaalgeneraatori kontrollimine ja gradueerimine toimub järgmiselt. Kõigepealt on tarvis kontrollida selle kummagi generaatorlülituse korrasolekut. Selleks tuleb sisse lülitada lülitid K_1 ja K_2 ning ühendada peatelefonid kondensaatori C_4 otstega. Kui sel juhul kuuldub ligikaudu 400-Hz sagedusega heli, on generaatori modulaatoriosa korras. Heli puudumisel tuleb modulaatori trafo ühe mähise otsad omavahel vahetada.

Kõrgsagedusvõnkumiste avastamiseks tuleb väljundpesa *KS* ühendada raadiovastuvõtja antennipuksiga ning seejärel kontrollida generaatori tööd kõigis laineastmikes. Juhul kui mõni generaatori laineastmikest ei tööta, tuleb tagasisidestuspooli otsad omavahel ümber vahetada.



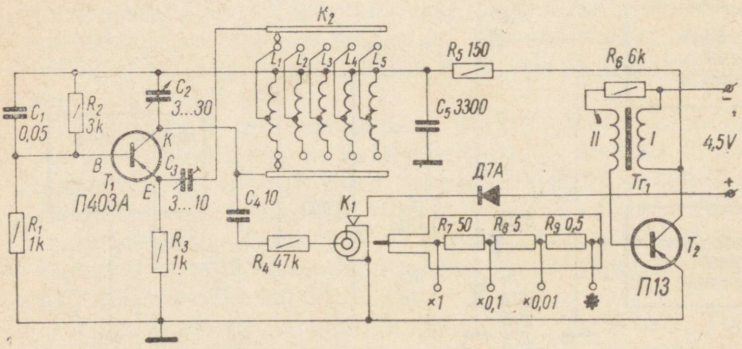
Joon. 2.13. Segusti elektriline skeem

Signaalgeneraatori korrasolekul tuleb asuda tema gradueerimisele, s. o. sagedusastmike piiride täpsustamisele standardsignaalgeneraatori abil.

Joonisel 2.13 on antud signaalgeneraatori gradueerimise skeem (standardisignaalgeneraatori abil) ühes juurdekuuluva segustuslülitusega (detektoriga). Segustuslülituse väljund ühendatakse raadiovastuvõtja grammofoni elektrilise helipea pistikupesaga (raadiovastuvõtja lülitatakse muidugi talitlusrežiimi «grammofon»). Gradueerimise kestel on mõlema signaalgeneraatori modulaatorid välja lülitatud. Samuti tuleb jälgida, et generaatorite väljundpinged oleksid enam-vähem võrdsed. Vooluringi mittelineaarsuse tõttu esineb valjuhääldaja mõõdetava sageduse f_x ja standardsignaalgeneraatori sageduse f_s vahega võrduva sagedusega interferentsvõnkumine, mis helisageduste piirkonda langedes muutub kuuldavaks (interferentsivile). Generaatori sageduse muutmisel hakkab raadiovastuvõtjast kuuldava heli kõrgus langema, muutub hetkeks mittekuuldavaks ja ilmub uuesti. Mittekuuldavuse hetkel on mõlema generaatori töösagedused võrdsed, s. o. $f_x = f_s$.

Lihtne ULL-signaalgeneraator. Transistoridega töötava ultralühilaine-signaalgeneraatori skeem on joonisel 2.14. Generaatorit saab kasutada ULL-bloki sisend- ja ostsillaatorivõnkeringi häälestamiseks.

Signaalgeneraator töötab sageduspiirkonnas 15 ... 90 MHz, mis on jaotatud viieks sagedusastmikuks.



Joon. 2.14. Lihtsa ultralühilaine-signaalgeneraatori skeem

Tabel 2.2. **Signaalgeneraatori poolide andmed**

Pool	Sagedus-astmik MHz	Poolialus	Poolialuse läbimõõt mm	Mähkimisviis	Traat	Keer-dude arv	Väljavõte, keerust (alt)
L_1	15...21	Polüstürool	8	Ühekihiline	ПЭЛ 0,3 mm	19	6.
L_2	21...28	„	8	„	„	12	4.
L_3	28...40	Aluseta	11	Suurendatud sammuga	Hõbetatud vasktraat 1,3 mm	9	3.
L_4	40...60	„	11	Sama	Sama	6	2.
L_5	60...90	„	11	„	„	3	1.

Ostsillaatorina toimib transistor П403А tavalises induktiivses kolmpunktlülituses.

Võnkering koosneb ühest poolist $L_1 \ldots L_5$ ja pöördkondensaatorist C_2. Poolide ümberühendamine toimub ümberlüliti K_2 abil. Võnkeringi poolide andmed on esitatud tabelis 2.2.

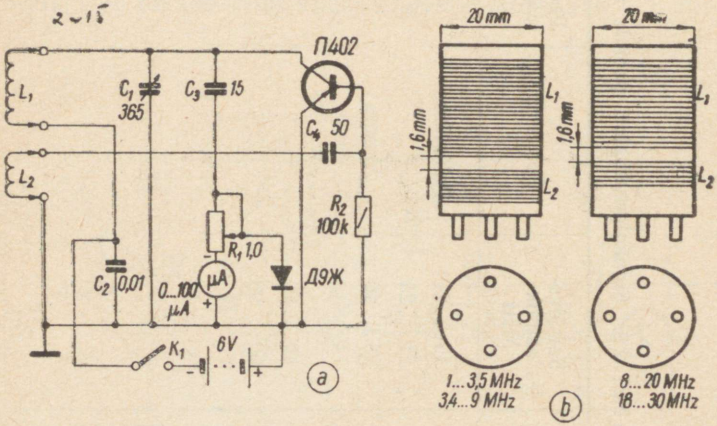
Signaalgeneraatori modulaatorina töötab transistor T_2 (П13) transformatoorselt tagasisidestatud lülituses. Modulaatori trafo südamik koosneb trafoplekkidest Ш-10 (paki paksus 6 mm). Primaarmähis koosneb 300 keerust ja sekundaarmähis 700 keerust vasktraadist ПЭЛ 0,1 mm.

Signaalgeneraatori väljundjuhtmeks on koaksiaalkaabel, mille ühes otsas on plekist karbis aktiivtakistuslik pingejagur ja teises pistik. Pistiku ühendamisel pistikupessa rakendub generaator tööle.

Transistoride riknemise vältimiseks (toitepatarei vale polaarsuse korral) on patarei plussjuhtmesse ühendatud diood Д7А.

Signaalgeneraator paigutatakse 1 mm paksusest vask- või alumiiniumplekist valmistatud karpi, mille mõõtmed on 145 × 85 × 60 mm.

Tööstuslike signaalgeneraatorite andmed on tabelis 2.3.



Joon. 2.15. Resonantsiindikaator:
a — skeem, *b* — poolide konstruktsioon

Tabel 2.3 **Levinumate kõrgsagedusgeneraatorite andmeid**

Nimetus ja tüüp	Sagedusala	Väljundpinge ja -võimsus	Modulatsioon	Kasutusala
Signaalgeneraator Г3-8А (ГМВ-М)	20 ... 400 MHz	4 μV ... 50 mV	Sisemine ja väline amplituud- ning impulssmodulatsioon	Meeterlaineaparatuuri jaoks
Signaalgeneraator Г3-12 (Г3-23)	0,15 ... 130 MHz	1 μV ... 100 V 0,1 ... 2,5 W	Väline amplituudmodulatsioon siinuspingega	Mitmesuguse aparatuuri jaoks
Standardsignaalgeneraator Г4-1А (ГСС-6А)	0,1 ... 25 MHz	1 μV ... 0,1 V	Sisemine ja väline amplituudmodulatsioon	AM-vastuvõtjate reguleerimiseks
Standardsignaalgeneraator Г4-5 (ГСС-12)	150 ... 1000 MHz	1 μV ... 0,1 V	Väline modulatsioon siinus- ja impulsspingega; sisemine impulssmodulatsioon	Ülikõrgsagedusliku aparatuuri jaoks
Standardsignaalgeneraator Г4-6 (ГСС-17)	16 ... 128 MHz	0,5 μV ... 0,1 V	Väline ja sisemine amplituud- ning sagedusmodulatsioon	Ultralühilaineaparatuuri jaoks
Standardsignaalgeneraator Г4-7 (ГСС-7А)	20 ... 180 MHz	1 μV ... 0,1 V	Väline ja sisemine modulatsioon siinusning impulsspingega	Sama

Resonantsiindikaatorid. Väga tarvilikuks mõõteriistaks on raadiokorrastajale resonantsiindikaator. Seesugused mõõteriistad võimaldavad mõõta kõige erinevamaid raadiotehnilisi suurusi, nagu näiteks võnkeringide resonantssagedust, induktiivsusi ja mahtuvusi, võrrelda poolide hindegureid, avastada nendes lühiskeerde ja teha paljusid muid mõõtmisi raadiovastuvõtjate juures.

Resonantsiindikaator, mille skeem on joonisel 2.15, katab sagedusala 1 ... 30 MHz nelja vahetatava pooli abil, mis paigutatakse resonantsiindikaatori väliskestal olevasse pessa.

Indikaatorina kasutatakse magnetoelektrilist mõõteriista mõõteulatusega 0 ... 100 μA.

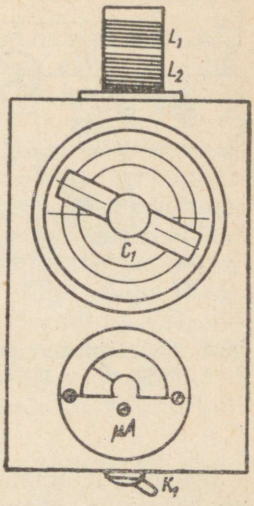
Resonantsiindikaatoris võib kasutada ükskõik missuguseid väikesemõõdulisi poole, kuid soovitav on nad valmistada kõvapapist silindritel, milledesse on asetatud nelja kontaktjalaga pleksiklaasist põhjad. Poolide keerdude arvud ja traadi läbimõõt on antud tabelis 2.4.

Tabel 2.4. **Induktiivse tagasisidestusega resonantsiindikaatori poolide andmed**

Sagedusastmik MHz	Pooli-aluse läbimõõt mm	Mähkimisviis	Traat	Pool	Keerdude arv
1 ... 3,5	20	Ühekihiline	ПЭЛ 0,2 mm	L_1	72
				L_2	18
3,4 ... 9	20	sama	ПЭЛ 0,65 mm	L_1	19
				L_2	5
8 ... 20	20	Suurendatud sammuga	ПЭЛ 0,65 mm	L_1	9
				L_2	4
18 ... 30	20	Sama	ПЭЛ 0,65 mm	L_1	3
				L_2	3

Resonantsiindikaatori esiplaat valmistatakse 1 ... 2 mm paksusest duralumiiniumplekist, kusjuures selle mõõtmed sõltuvad üksikosade suurusest ja paigutusest. Resonantsiindikaatori esiplaadi kuju ja üksikosade paigutus on toodud joonisel 2.16.

Esiplaadi külge kinnitatakse pöördkondensaator ühes skaalaga, mikroampermeeter, poolialus ja lüliti K_1.



Joon. 2.16. Resonantsiindikaatori esiplaat

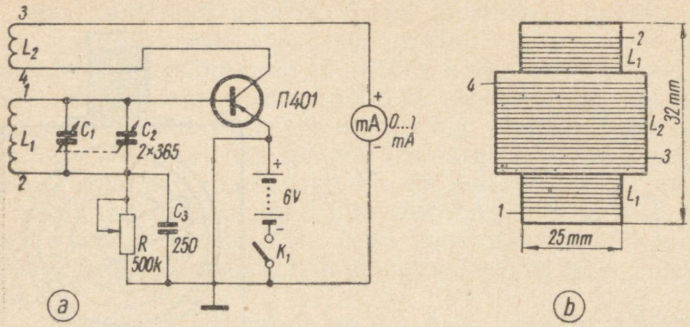
Kõrgsagedusenergia otsese väljakiirgamise vältimiseks tuleb resonantsiindikaator (peale häälestuspooli L_1, L_2) ümbritseda metallkestaga.

Veelgi lihtsama resonantsiindikaatori skeem on joonisel 2.17. Sellega on võimalik mõõta kondensaatorite mahtuvust (alla 1000 pF), induktiivsust ja võnkeringide resonantsisagedust piirkonnas 350 ... 1700 kHz.

Resonantsiindikaatori võnkeringi resonantsisageduse muutmiseks kasutatakse kahe rööbiti ühendatud sektsiooniga pöördkondensaatorit 2 × 365 pF. Mõlemad sektsioonid on ühendatud rööbiti, nii et kogumahtuvuseks kujuneb 730 pF. Pöördkondensaator tuleb isoleerida metallšassiist.

Joonisel 2.17, *b* on näidatud võnkeringi häälestuspooli konstruktsioon ja mõõtmed. Pool L_1 koosneb 115 keerust 0,2 mm jämedusest vasktraadist ПЭЛ-1, mis mähitakse ühekihilisena keerd keeru kõrvale poolikehale läbimõõduga 25 mm. Häälestuspooli L_1 peale paigutatakse paarikihiline paberisolatsioon, millele mähitakse tagasisidestuspool L_2. Sellel on 42 keerdu 0,4 mm jämedusest vasktraadist ПЭЛ-1. Mõlemad poolid on mähitud ühes ja samas suunas (vastavalt skeemil näidatud numbrite järjekorras).

Resonantsiindikaatorid gradueeritakse standardsignaalgeneraatori abil.



Joon. 2.17. Lihtne resonantsiindikaator:
a — skeem, *b* — pool

Resonantsiindikaatori põhiliseks kasutusalaks kujuneb võnkeringide resonantsisageduse määramine. Selleks tuleb indikaatorisse asetada vastava sagedusastmiku pool ning sidestada viimane mõõtmisele kuuluva võnkeringi pooliga. Potentsiomeetri R_1 abil reguleeritakse mikroampermeetri osuti täishälbele. Jälgides nüüd mõõteriista, pööratakse aeglaselt resonantsiindikaatori kondensaatorit ühele ja teisele poole, kuni mõõteriist näitab minimaalset näitu, mis on resonantsi tunnuseks. Osuti näitab skaalal siis võnkeringi resonantsisagedust. Kui proovitava võnkeringi poolis esinevad lühiskeerud, siis resonantsi ei saavutata.

Resonantsiindikaatorit saab kasutada ka vastuvõtja võnkeringide häälestamiseks. Selleks reguleeritakse indikaator soovitavale sagedusele, lähendatakse selle pool vastuvõtja võnkeringi poolile ja häälestatakse viimane indikaatori näidu järgi resonantsi. Pooli induktiivsuse mõõtmiseks ühendatakse ta kondensaatoriga, mille mahtuvus on täpselt teada, määratakse resonantsiindikaatoriga saadud võnkeringi resonantsisagedus ja arvutatakse induktiivsus valemiga

$$L = \frac{2{,}533 \cdot 10^{10}}{f^2 C} \ \mu\text{H},$$

kus f on kilohertsides ja C pikofaradites.

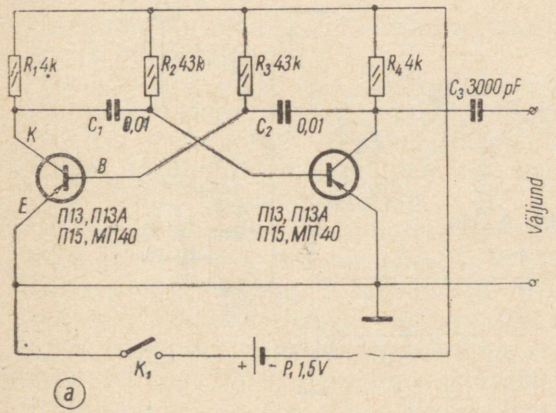
Samal viisil määratakse ka kondensaatori mahtuvusi.

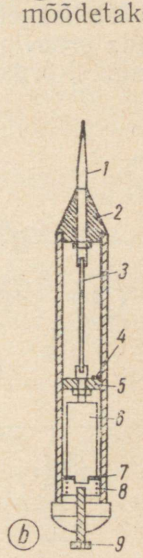
2.8. HELISAGEDUSGENERAATORID

Helisagedusgeneraator on vajalik madalsagedusvõimendite sageduskarakteristiku fikseerimiseks, defektse astme kiireks avastamiseks raadiovastuvõtjas ja iga liiki mõõtmiste sooritamisel helisagedusalas.

Laiaribalised transistorgeneraatorid. Joonisel 2.18, *a* on antud transistoridega multivibraatori elektriline skeem, mis kujutab endast kaheastmelist takistisidestuses võimendit, mille väljundpinge suunatakse tagasi sisendisse. Kumbki transistor tekitab faasinihke 180°, s. o. omab teiselt transistorilt esimesele juhitava pinge õiget faasi pideva võnkumise säilitamiseks. Multivibraatori väljundsignaal koosneb suurest hulgast kindla vahekorraga harmoonilistest sagedustest, mistõttu teda on võimalik kasutada signaali tekitajana sagedusastmikus 1000 Hz kuni 20 MHz.

Takistid R_1 ja R_4 (4 kΩ) on kriitilise suurusega. Sobivate takistuste leidmiseks on soovitav asendada takistid R_1 ja R_4 ajutiselt reguleeritavate 10-kΩ takistitega (potensiomeetritega). Järgnevalt pööratakse nende liugkontaktid maksimaalsele signaalitugevusele. Seejärel mõõdetakse





Joon. 2.18. Transistorgeneraator:
a — skeem, *b* — väliskuju

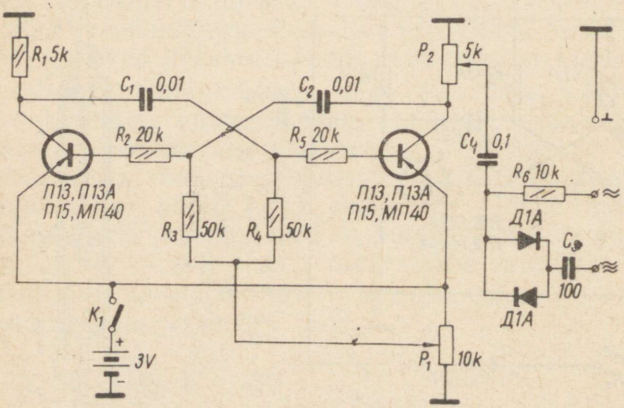
oommeetriga takistuste suurused ja asendatakse potentsiomeetrid vastavate püsitakistitega. Juhul kui takistused R_1 ja R_4 on liiga suured, ei võimendata harmoonilisi sagedusi küllaldaselt.

Sidestuskondensaatorid C_1 ja C_2 ning takistid R_2 ja R_3 määravad multivibraatori põhisageduse (ca 800 ... ... 1000 Hz).

Multivibraatori voolutarve on väike, (0,2 ... 0,5 mA), mistõttu piisab 1,5-V väikesest ümarelemendist. Tugevama väljundsignaali vajaduse korral võib kasutada toiteallikana taskulambipatareid.

Joonisel 2.18, *b* on toodud transistorgeneraatori detailide paigutus. Ta mõõtmed sõltuvad kasutatavate üksikosade suurusest. Näidiseksemplaris on kasutatud generaatori ümbrisena 22-mm siseläbimõõduga duralumiiniumtoru. Teravaotsaline ühenduspistik on valmistatud vasest. Transistorid, kondensaatorid ja takistid paigutatakse 2 mm paksusele getinaksplaadile. Et vältida lühise tekkimist spiraalvedru ja toiteelemendi väliskesta (tsinksilindri) vahel, on selle otsa paigutatud pappseib. Peale selle on soovitav ümbritseda toiteelement paarikordse paberiribaga.

Helisagedusvõimendi kontrollimisel piisab, kui puudutada proovipunkti vaid transistorgeneraatori ühenduspistikuga. Kõrgsagedus- ja vahesagedusvõimendi kontrollimi-



Joon. 2.19. Muudetava sagedusega transistorgeneraatori skeem

sel on vaja tugevama signaali saamiseks ühendada transistorgeneraatori väline metallkest vastuvõtja šassiiga. Lüliti on lihtsa konstruktsiooniga, kuid töökindel. Selleks kasutatakse 4-mm läbimõõduga montaažikruvi, mis on kontakti loomiseks ja lahutamiseks elemendi plusskontaktiga keerme abil edasi-tagasi nihutatav.

Joonisel 2.19 kujutatud transistorgeneraatori (samuti multivibraatori) skeem erineb eelmisest selle poolest, et tema sagedus kui ka signaalitugevus on soovikohaselt muudetav. Erinevus seisneb ka selles, et šassiiga on ühendatud patarei miinuskontakt.

Transistorgeneraatori sagedust on võimalik suurtes piires reguleerida potentsiomeetri P_1 abil. Parempoolse transistori kollektortakistiks on potentsiomeeter P_2, millega reguleeritakse generaatori väljundpinget.

Selleks et generaatori väljundsignaal omaks rikkalikult kindla vahekorraga harmoonilisi sagedusi, on mõlema transistori baasivooluringi ühendatud 20-kΩ takistid (R_2, R_5).

Transistorgeneraatoril on kaks pistikupesa (šassiiühendus on ühine) — üks kõrgsageduse ja teine helisaguse väljundiks.

Kõrgsageduse väljundisse on ühendatud rööbiti ja vastassuunaliselt kaks pooljuhtdioodi selleks, et veelgi suurendada nende ebalineaarse juhtivuse tõttu harmooniliste sageduste arvu.

Generaatori metallkarbiks võib kasutada sobivate mõõtmetega poolivarjet.

Generaatorit toidetakse 3-V patareist, mida võib koostada kahest järjestikku ühendatud väikesest ümarelemendist. Kui metallkarbi mõõtmed võimaldavad, võib toiteallikaks kasutada taskulambipatareid. Sel puhul on generaatori väljundsignaal tugevam.

Kinnissagedusega siinuspingegeneraatorid. Joonisel 2.20 on toodud lihtsa transistorgeneraatori skeem, mis annab siinuselist väljundpinget sagedusega 1000 Hz. Toiteallikaks on 1,5-V ümarelement. Generaatori väljundpinge on 0,15 V, kusjuures mittelineaarmoonutus ei ületa 1%. Generaatori väljundtakistus on ligikaudu 700 Ω.

Generaatori sagedus sõltub kondensaatorite C_1 ning C_2 mahtuvusest ja takisti R_5 takistusest (tabel 2.5). Endaergutuse tekitamiseks kasutatakse generaatoris positiivset

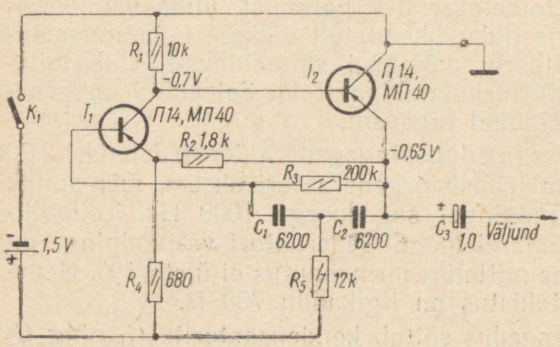
Tabel 2.5. **Generaatori sageduse sõltuvus kondensaatorite C_1, C_2 mahtuvusest ja takisti R_5 takistusest**

Sagedusastmik Hz	Kondensaatorite C_1, C_2 mahtuvus pF	Takisti R_5 takistus kΩ
50	100000	12
100	50000	12
500	10000	12
1000	6200	12
2500	2500	12
5000	2500	2
10000	1000	2
20000	240	2

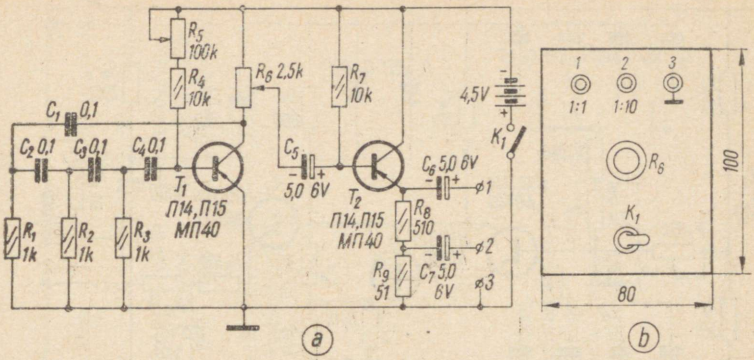
tagasisidestust takisti R_2 kaudu. Sobiva tugevusega tagasisidestuse valikul kujuneb väljundpinge siinuseliseks, kusjuures sagedus on stabiilne. Liiga tugeva tagasisidestuse puhul (R_2 100 Ω) muutub siinuseline väljundpinge ristkülikuliseks.

Üksikosad kinnitatakse 2 mm paksusele getinaksliistule, mis asetatakse isoleerkesta. Kesta ühte otsa kinnitatakse vasest ühenduspistik.

Joonisel 2.21, *a* on toodud teise siinuspingegeneraatori elektriline skeem. Eelmisega võrreldes on nimetatud generaatori väljundpinge suurem ja peale selle on see sujuvalt muudetav. Siinusgeneraatori esimene aste transistoriga T_1 töötab takistus-mahtuvusliku ostsillaatorina sagedusel 1000 Hz.



Joon. 2.20. Lihtsa siinusgeneraatori skeem



Joon. 2.21. Kinnissagedusega siinusgeneraator:
a — skeem, *b* — esiplaat

Generaatori väljund on madalaimpedantsiline (150 Ω), sest ostsillaatorile järgneb emitterjärgija transistoriga T_2. Selle emitteriringi on ühendatud kaks takistit R_8R_9, mis moodustavad väljundpingejaguri suhetega 1 : 1 ja 1 : 10. Peale selle on võimalik väljundpinget reguleerida sujuvalt potentsiomeetriga R_6. Maksimaalne väljundpinge on 1 V.

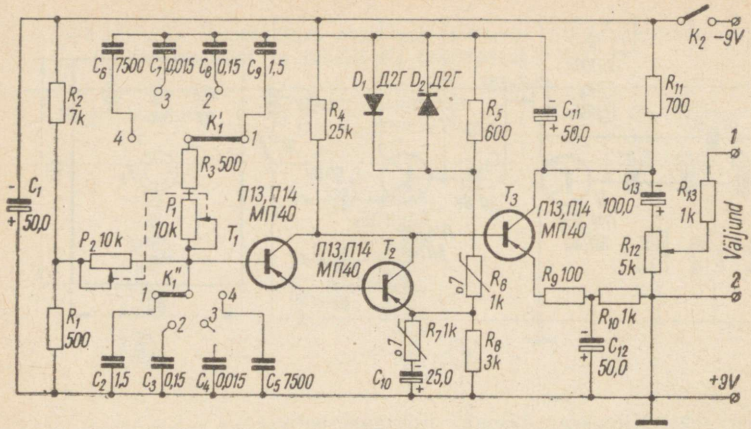
Esiplaadi mõõtmed ja üksikosade paigutus on toodud joonisel 2.21, *b*. Esiplaadi külge on kinnitatud üld- ja kaks väljundklemmi, signaalitugevuse regulaator R_6 ja lüliti K_1.

Siinusgeneraatorit saab kõige täpsemalt reguleerida elektronostsillograafi abil. Siinusgeneraatori väljund ühendatakse ostsillograafi vertikaalhälvitusklemmidega. Järgnevalt reguleeritakse potentsiomeetri R_5 takistus selliseks, et ostsillograafi ekraanil tekiks võimalikult puhas siinuskõver.

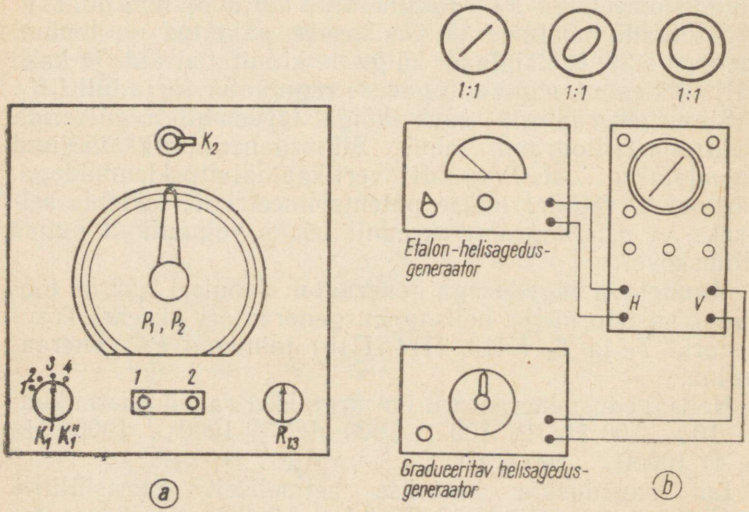
Muudetava sagedusega generaator. Joonisel 2.22 on toodud transistoridega helisagedusgeneraatori skeem. Transistorid T_1 ja T_2 (П13, П14, П15) toimivad *RC*-generaatorina.

Helisagedusgeneraatoril on järgmised sagedusastmikud: 1) 10 ... 100 Hz, 2) 100 ... 1000 Hz, 3) 1000 ... 10000 Hz ja 4) 10000 ... 20000 Hz.

Lai sagedusala kaetakse astmeliselt paarislülititе $K_1'K_1''$ abil, millega lülitatakse ümber kondensaatorite komplektid. Sageduse sujuvaks muutmiseks on kaksikpotentsiomeeter P_1P_2 (logaritmilise takistusmuutusega).



Joon. 2.22. Helisagedusgeneraatori skeem



Joon. 2.23. Helisagedusgeneraator:
a — esiplaat, *b* — gradueerimise skeem

Tabel 2.6. **Levinumate madalsagedusgeneraatorite andmeid**

Nimetus ja tüüp	Sagedusala	Väljundpinge või -võimsus	Iseloomustus	Kasutusala
Helisagedusgeneraator ГЗ-1 (641)	0 ... 5000 Hz	0,75 ... 5 V	Helisagedussignaalide genereerimine. Väljundsignaali astmeline reguleerimine	Vastuvõtjate madalsagedusahelate reguleerimiseks
Heli- ja ultrahelisagedusgeneraator ГЗ-2 (ЗГ-10)	20 Hz ... 200 kHz	Kuni 5 W	Väljundsignaali sujuv ja astmeline reguleerimine	Sama
Heli- ja ultrahelisagedusgeneraator ГЗ-3 (ЗГ-11)	20 Hz ... 200 kHz	Kuni 10 V	Sama	„
Heli- ja ultrahelisagedusgeneraator ГЗ-4А (ЗГ-12М)	20 Hz ... 200 kHz	0,5 ... 5 W	„	„
Inframadalsagedusgeneraator ГЗ-16 (ГНЧ-1)	0,01 ... 100 Hz	Kuni 25 V	„	„
Perioodiliste võngete inframadalsagedusgeneraator ГЗ-17 (НГПК-2)	0,01 ... 100 Hz	Kuni 100 V	Siinus-, ristkülik-, kolmnurk- ja saehammaspinge genereerimine	„
Helisagedusgeneraator ГЗ-18 (ЗГ-14)	20 Hz ... 20 kHz	Kuni 3 W	Väljundsignaali sujuv ja astmeline reguleerimine	„
Heli- ja ultrahelisagedusgeneraator ГЗ-33 (ЗГ-16)	20 Hz ... 200 kHz	Kuni 5 W	Sama	„

Sellise potentsiomeetri võib koostada kahest teineteise taha asetatud potentsiomeetrist, millede võllid on kokku ühendatud U-kujulise metallklambriga.

Ostsillaatori töö stabiliseerimiseks ja selle genereeritava pinge amplituudväärtuse säilitamise otstarbel kasutatakse negatiivset tagasisidestust; selle tugevust reguleerib automaatselt spetsiaalne lüli, mis koosneb kahest rööbiti, kuid vastassuunaliselt ühendatud dioodist D_1D_2 ja termistoridest R_6 ning R_7.

Transistor T_3 töötab võimendajana. Väljundpinge suurust (kuni 1 V) reguleeritakse potentsiomeetriga R_{12}.

Joonisel 2.23, *a* on näidatud detailide paigutus helisagedusgeneraatori esiplaadil.

Generaatori skaala gradueeritakse täpse, näiteks tehases toodetud helisagedusgeneraatori järgi. Generaatori gradueerimise skeem on näidatud joonisel 2.23, *b*. Indikaatorina kasutatakse elektronostsilloskoopi. Sageduste f_e (etalonhelisagedusgeneraator) ja f_x (gradueeritav helisagedusgeneraator) võrdumisel ilmub ekraanil ring, ellips või kaldsirge sõltuvalt sellest, milline on võrreldavate vahelduvpingete vaheline faasinihe ja amplituudide suhe.

Tööstuslike madalsagedusgeneraatorite andmed on esitatud tabelis 2.6.

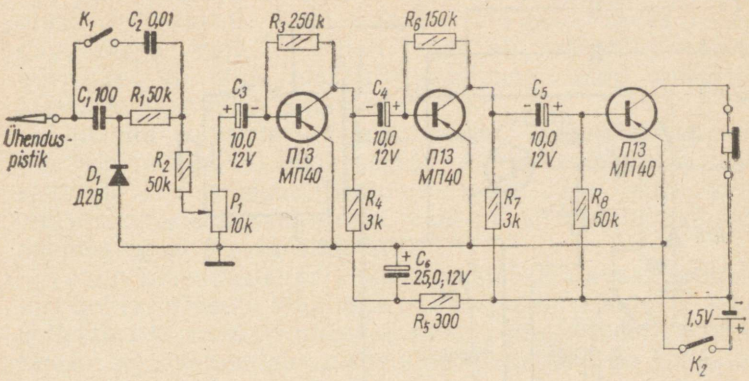
2.9. SIGNAALIINDIKAATORID

Peale transistorgeneraatori saab defektse astme kiireks avastamiseks (eriti transistorvastuvõtjate korrastamisel) edukalt kasutada nn. signaaliindikaatorit.

Signaaliindikaatori skeem koos üksikosade suurustega on toodud joonisel 2.24. Ta koosneb kolmeastmelisest transistorvõimendist, millel on ümberlülitatav kõrgsagedus- ja helisagedussisend (detekteeritud või detekteerimata signaali jaoks).

Signaaliindikaatori sisendis paikneva dioodalaldi ülesandeks on eraldada kõrgsagedusvoolust moduleeriv helisagedusvool, mida võimendatakse helisagedusvõimendis ja taasesitatakse peatelefonides. Dioodiga sisendit kasutatakse kõrgsagedusvõimendi, sagedusmuundi ja vahesagedusvõimendi kontrollimisel.

Kontrollitava vastuvõtja helisagedusvõimendi kontrollimisel lühistatakse dioodalaldi K_1 abil ja signaal juhitakse



Joon. 2.24. Signaaliindikaatori skeem

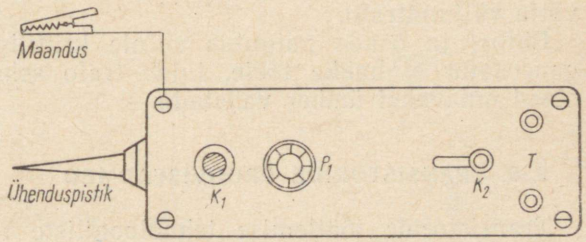
kondensaatori C_2 kaudu võimendi sisendisse. Potentsiomeetriga P_1 reguleeritakse signaali tugevust. Signaali kontrollimiseks võimendi väljundis kasutatakse samuti peatelefone.

Joonisel 2.25 on näidatud detailide paigutus signaaliindikaatori metallist esiplaadil. Kokkumonteeritud signaaliindikaator paigutatakse vastava suurusega metallkarpi. Toiteks kasutatakse 1,5-V elementi.

Joonisel 2.26 on toodud universaalse signaaliindikaatori skeem, mis koosneb põhiliselt üheastmelisest helisagedusvõimendist.

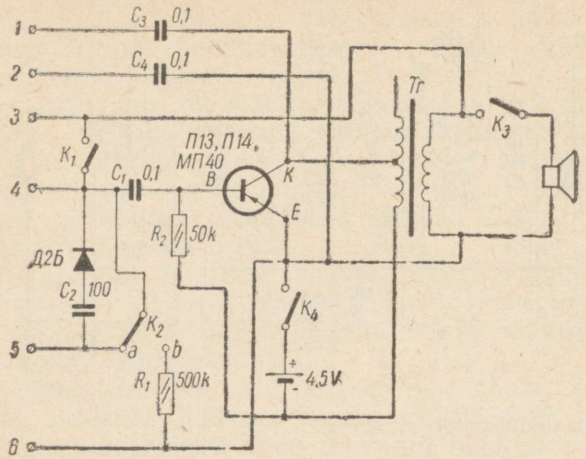
Helisagedusliku signaali kontrollimiseks ühendatakse see klemmidele *5* ja *6*, kusjuures lüliti K_2 asub asendis *a*.

Amplituudmoduleeritud signaali läbimise kontrollimi-



Joon. 2.25. Signaaliindikaatori esiplaat

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU



Joon. 2.26. Universaalse signaaliindikaatori skeem

seks ühendatakse see klemmidele *5* ja *6*; lüliti K_2 asub seejuures asendis *b*.

Vooluahelate kontrollimisel ühendatakse proovitav seadis (näit. pool või trafo) klemmidele *3* ja *4*, kusjuures lüliti K_1 on avatud. Kui katkestust ei esine, kostab valjuhääldajas helisageduslik signaal.

Lüliti K_1 sulgemisel töötab lülitus kinnissagedusega (1000 Hz) helisagedusgeneraatorina (klemmid *1* ja *2*).

Helisagedusgeneraatori sagedus sõltub kondensaatori C_1 mahtuvusest. Sageduse suurendamiseks või vähendamiseks tuleb kondensaator C_1 asendada suurema- või väiksemamahtuvuslikuga.

Trafoks *Tr* sobib tehase poolt toodetud transistorvastuvõtja väljundtrafo.

Ehitus ja osade paigutus ei ole kriitiline. Juhul kui generaator ei hakka tööle, tuleb trafo sekundaarmähise otsad omavahel ümber vahetada.

2.10. TRANSISTORIDE PROOVISEADMED

Transistoride töötlemise tehnoloogiliste raskuste tõttu erinevad ka ühe ja sama transistoritüübi parameetrid suuresti. Seepärast annavad tehased sageli vaid piirid, mille-

des peab paiknema näiteks vooluvõimendustegur, või viimase keskväärtus. Kuid transistoride praktiliseks rakendamiseks on vaja täpsemalt teada nii vooluvõimendustegurit kui ka muid elektrilisi andmeid, nagu kollektori algvoolu, omamüra taset jne.

Lihtsaim transistoride prooviseade. Transistorvastuvõtjate remondi puhul tekib sageli vajadus kontrollida transistoride korrasolekut. Seejuures pole vaja leida kõiki tema arvukaid parameetreid, vaid piisab ainult vooluvõimendusteguri β määramisest.

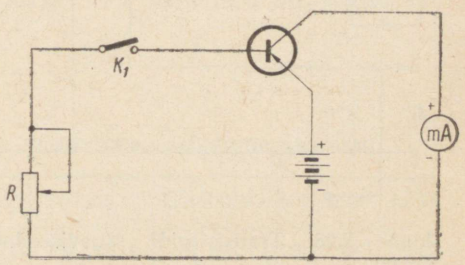
Vooluvõimendustegur β iseloomustab teatavasti transistori kollektorivoolu muutuste ja baasivoolu muutuste suhet kollektori ja emitteri vahelise püsiva pinge puhul. Küllalt täpselt aga väljendab vooluvõimendustegurit ka kollektori ja baasi alalisvoolude suhe.

Kirjeldatava prooviseadmega on võimalik lihtsalt ja kiiresti kindlaks määrata transistoride vooluvõimendustegurit, kollektori algvoolu, elektroodidevahelist lühist või katkestust.

Joonisel 2.27 on kujutatud prooviseadme lihtsustatud põhimõtteskeem. Kui lüliti K_1 on avatud, näitab milliampermeeter kollektori algvoolu (väikese väljundvõimsusega transistoride puhul alla 15 μA).

Lüliti K_1 sulgemisel tekib vool baasi ja emitteri vahel, kusjuures see sõltub potentsiomeetri R takistusest. Samal ajal näitab milliampermeeter vooluvõimendusteguri β-kordselt tugevamat voolu. Seega vooluvõimendustegur $\beta = I_k/I_b$, kus I_k on kollektorivool ja I_b — baasivool. Seejuures võrdub baasivool võrdlemisi täpselt patarei pinge ja potentsiomeetri R takistuse jagatisega: $I_b = U/R$.

Kui reguleerida potentsiomeetriga R kollektorivool I_k igal mõõtmisel püsivale väärtusele (näit. 1 mA), saab



Joon. 2.27. Transistoride prooviseadme põhimõtteskeem

potentsiomeetri skaalale vahetult kanda vooluvõimendusteguri β väärtused.

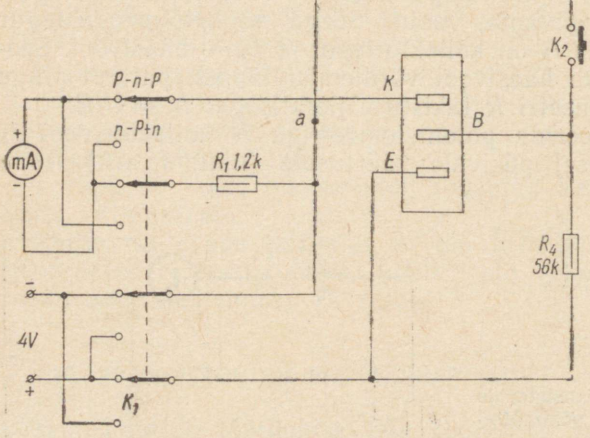
Näiteks eeldame, et patarei pinge on 4 V ja kollektorivool $I_k = 0{,}5$ mA potentsiomeetri $R = 200$ kΩ juures; siis

$$\beta = \frac{0{,}0005}{I_b} = \frac{0{,}005}{4/200\,000} = 25.$$

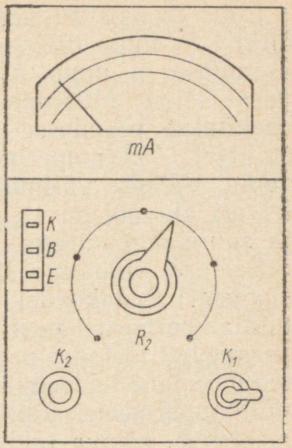
Transistoride prooviseadme üksikasjaline skeem on joonisel 2.28. Indikaatorina kasutatakse milliampermeetrit mõõteulatusega 1 mA. Takisti R_1 kaitseb mõõteriista riknemise eest juhul, kui proovitav transistor omab elektroodidevahelist lühist. Takisti R_3 on voolupiiramistakisti, mis hoiab ära proovitava transistori vigastumise juhul, kui potentsiomeeter R_2 on minimaalsele takistusele vastavas asendis.

Lülitit K_1 kasutatakse milliampermeetri ja patarei polaarsuse vahetamiseks, olenevalt sellest, kas proovitav transistor on *p-n-p-* või *n-p-n*-tüüpi. Lüliti K_2 suleb või avab baasivooluringi.

Joonisel 2.29 on kujutatud transistoride prooviseadme



Joon. 2.28. Transistoride prooviseadme elektriline skeem



Joon. 2.29. Transistoride prooviseadme esiplaat

pealtvaade. Esiplaadi võib valmistada nii metallist kui ka isoleermaterjalist. Tema mõõtmed sõltuvad kasutatavate üksikosade suurusest ja paigutusest. Esiplaadi ülemisse ossa paigutatakse 0...1-mA mõõtepiirkonnaga milliampermeeter ja keskele potentsiomeeter R_2, mille skaalale kantakse vooluvõimendusteguri β väärtused.

Skaalajaotuste ühtlustamiseks ühendatakse potentsiomeeter R_2 elektrilisse montaaži nii, et selle nupu pööramisel paremale (päripäeva) takistus väheneks.

Lõpetanud montaaži ja kontrollinud selle õigsust, ühendatakse punktidega *a* ja *b* oommeeter (joon. 2.28) ja alustatakse skaala gradueerimist. Selleks pööratakse potentsiomeetri R_2 nuppu vasakult (algasendist) paremale, kuni oommeeter näitab takistust 40 kΩ. Antud punkt potentsiomeetri R_2 skaalal märgitakse arvuga «5». Takistus ja vooluvõimendustegurite järgnevad suurused on antud tabelis 2.7.

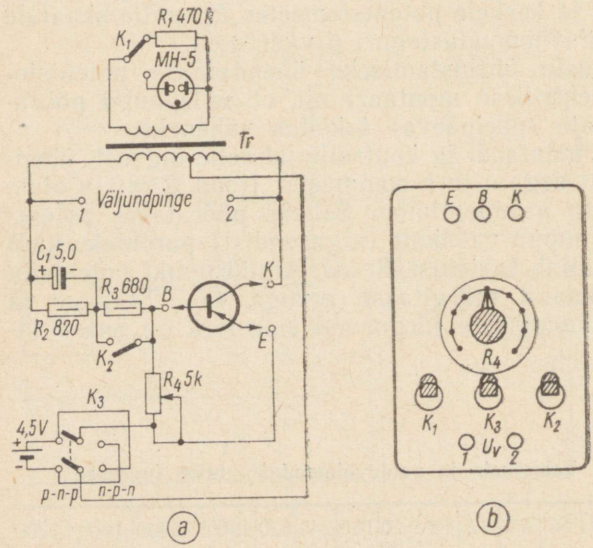
Tabel 2.7. **Takistuste ja vooluvõimendustegurite suurused**

R_2(kΩ)	40	48	56	64	72	80	120	160	240	320	400	600	800	1000	1200
β	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40	50	75	100	125	150

Enne transistori pessa asetamist keeratakse potentsiomeetri R_2 nupp takistuse maksimaalväärtusele vastavasse asendisse ja nupp K_1 transistori juhtivustüübile vastavasse seisu. Mõõtmisele kuuluva transistori väljaviigud asetatakse pesadesse (K — kollektor, B — baas, E — emitter). Milliampermeeter näitab sel juhul väga nõrka voolu. Väikese väljundvõimsusega transistorid, mille kollektori algvool on 15 μA ja rohkem, on lühikese tööeaga ja suure omamüraga.

Seejärel suletakse lüliti K_2 ning vähendatakse potentsiomeetri R_2 takistust (nupu pööramisega paremale), kuni milliampermeetri osuti paikneb skaalal asendisse 0,5 mA. Järgnevalt loetakse proovitava transistori vooluvõimendustegur potentsiomeetri R_2 gradueeritud skaalalt. Juhul kui milliampermeetri osuti hälve pidevalt muutub (potentsiomeetri R_2 püsiva takistuse juures), siis selline transistor ei tööta normaalselt ja tema müratase on kõrge.

Huumlambiga prooviseade (joon. 2.30, *a*). Selle abil on võimalik kiiresti kontrollida transistori korrasolekut.



Joon. 2.30. Huumlambiga prooviseade:
a — skeem, *b* — esiplaat

Proovitav transistor rakendatakse tööle helisagedusgeneraatorina (sagedus 800...1000 Hz). Korras transistori puhul süttib huumlamp ja vastavalt selle heledusele on võimalik hinnata proovitava transistori kvaliteeti.

Indikaatorina saab kasutada ka vahelduvpinge-voltmeetrit (mõõteulatus 0...15 V), mis ühendatakse klemmidega *1* ja *2*, kusjuures samaaegselt tuleb lüliti K_1 abil ühendada trafo sekundaarmähise otstele koormustakisti R_1. Väikese võimsusega transistoride mõõtmisel on lüliti K_2 avatud, võimsustransistoride puhul aga suletud. Lüliti K_3 on ette nähtud *p-n-p-* ja *n-p-n*-tüüpi transistoridele vajaliku polaarsusega pinge andmiseks.

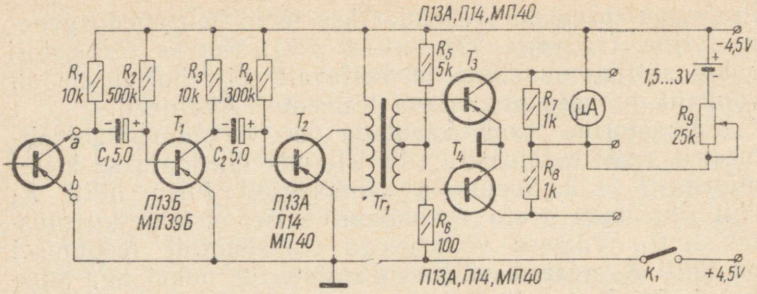
Joonisel 2.30, *b* on kujutatud transistoride prooviseadme esiplaat. Esiplaadi keskele on kinnitatud reguleeritav takisti R_4, mille võll on varustatud nupu ja skaalaga (10 või rohkem jaotusega).

Kontaktidega *EBK* ühendatakse mõõdetav transistor. Reguleeritava takisti R_4 nupp seatakse enne mõõtmist maksimaalsele takistusele vastavasse asendisse. Järgnevalt vähendatakse takisti R_4 väärtust (nupu pööramisega paremale) seni, kuni huumlamp hakkab helendama. Mida suurema takistuse juures see toimub, seda suurem on proovitava transistori vooluvõimendustegur.

Trafo südamik koosneb plekkidest Ш-9 (paki paksus 10 mm). Primaarmähisel on 120 keerdu (väljavõte 100. keerult) traadist ПЭЛ 0,25 ja sekundaarmähisel 1600 keerdu traadist ПЭЛ 0,08.

Transistoride mürataseme prooviseade. Joonisel 2.31 on toodud transistoride mürataseme prooviseadme skeem, milles kasutatakse kolmeastmelist helisagedusvõimendit. Võimendis kasutatavad transistorid tuleb valida väikese müratasemega, eriti transistor T_1 (soovitatavalt tüüp П13Б või МП39Б).

Proovitava transistori kollektori ja emitteri väljaviigud ühendatakse klemmidega *a* ja *b*. Niisuguses lülituses (avatud baasiga) on proovitava transistori omamüra suurim. Mürapinge võimendatakse järgnevalt kaheastmelises helisagedusvõimendis. Sellele järgneb trafosidestuses vastastaktlülituses lõppaste. Väljundtrafo on siin asendatud kahe 1-kΩ takistiga (R_7, R_8). Mõõteindikaatorina kasutatakse mikroampermeetrit mõõteulatusega 100 μA. Juhul kui proovitav transistor omab niivõrd väikest omamüra taset,

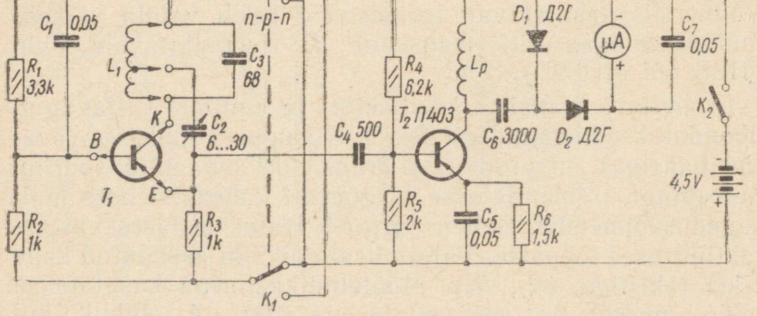


Joon. 2.31. Transistoride müratasemе prooviseadme skeem

et mõõteriist sellele ei reageeri, võib selle asemel kasutada peatelefone või ostsilloskoopi.

Võimendis endas tekkiva müra ja kollektorivoolu näidu kompenseerimiseks on reguleeritava takisti R_9 kaudu mõõteriistaga rööbiti ühendatud eraldi vooluallikas pingega 1,5 ... 3 V. Enne kontrollitava transistori väljaviikude ühendamist klemmidega *a* ja *b* nullistatakse mõõteriista osuti takisti R_9 abil. Mida suurem on proovitava transistori puhul mõõteriista osuti hälve, seda suurem on ka selle transistori omamüra.

Transistori piirsageduse kontrollimise seade. Transistori omaduste kontrollimiseks kõrgematel sagedustel kasuta-



Joon. 2.32. Transistori piirsageduse kontrollimise seadme skeem

takse seadet, mille skeem on joonisel 2.32. Seade töötab kõrgsagedusostsillaatori põhimõttel ja on kasutatav nii *p-n-p-* kui ka *n-p-n*-juhtivusega transistoride kontrollimiseks. Takistid $R_1 \ldots R_3$ määravad proovitava transistori tööpunkti. Kõrgsagedusvõnkering koosneb püsiva mahtuvusega kondensaatorist C_3 ja vahetatavatest poolidest L_1. Trimmerkondensaator C_2 on ette nähtud optimaalse tagasisidestuse reguleerimiseks. Juhul kui mikroampermeeter genereerimist ei näita, tuleb suurendada trimmerkondensaatori C_2 mahtuvust. Mõõtepinge polaarsuse lüliti K_1 ülemine asend (skeemi järgi) annab *p-n-p*-tüüpi ja alumine asend *n-p-n*-tüüpi transistoridele vajaliku polaarsusega pinge.

Transistori genereerimise kontrollimiseks kasutatakse indikaatorina kõrgsagedus-millivoltmeetrit, mis koosneb transistorist T_2, dioodidest D_1 ning D_2 ja mikroampermeetrist mõõteulatusega 100 või 200 μA.

Kõrgsagedus-paispooli L_p valmistamiseks mähitakse 50-kΩ takistile BC-0,5 ühes kihis 45 keerdu 0,09 mm jämedust isoleeritud takistustraati (kas konstantaan, manganiin või nikeliin).

Poolid on mähitud ühes kihis 15-mm läbimõõduga alustele, milledesse on asetatud kolme kontaktjalaga pleksiklaasist põhjad. Poolide keerdude arvud ja traadi läbimõõdud on antud tabelis 2.8.

Proovitav transistor T_1 ühendatakse seadme klemmidega. Kontrollimise käiku alustatakse madalamatelt sagedustelt. Tõstes järk-järgult sagedust poolide vahetamisega, leiame piirsageduse, kus generaator enam ei tööta. Nii on võimalik määrata sagedused, millel transistor on võimeline normaalselt töötama.

Tabel 2.8. **Poolide andmed**

Sagedus MHz	Keerdude arv	Väljavõte	Traat
3	51	17	ПЭШО 0,20
5	29	9	ПЭШО 0,38
10	15	5	ПЭЛ 0,74
20	7	3	ПЭЛ 1,50
40	3	1	ПЭЛ 1,50

2.11. ELEKTRONLAMPIDE PROOVISEADE

Suur hulk raadiovastuvõtjas esinevatest riketest on põhjustatud defektsetest või üldse mitte töötavatest elektronlampidest. Elektronlampide peamised rikked on järgmised:
emissioonivoolu vähenemine või täielik kadumine;
elektroodidevaheline lühis;
elektroodide ühenduse katkemine;
väike isolatsioonitakistus hõõgniidi ja katoodi vahel kaudselt köetavatel lampidel.

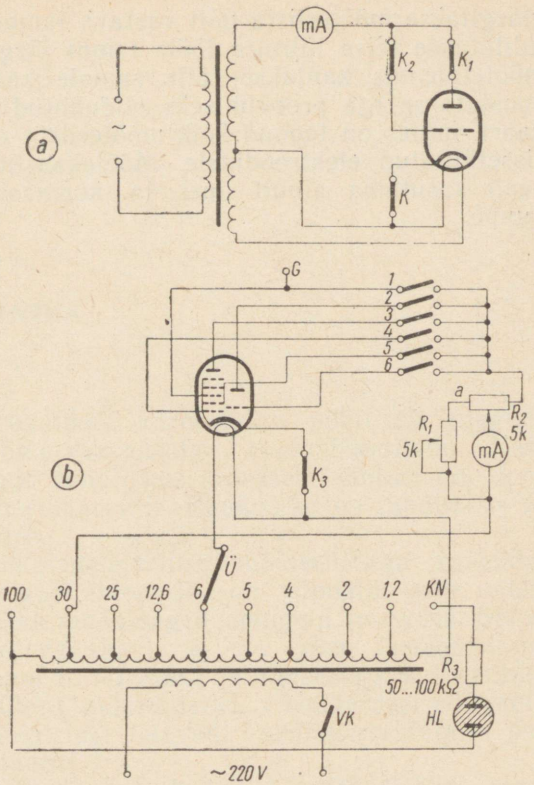
Neid lampide defekte saab raadiokorrastaja kiiresti avastada, kui ta mõõteseadmete komplekti kuulub ka elektronlampide prooviseade.

Alljärgnevalt kirjeldatakse lihtsa, kuid täiesti oma otstarvet täitva lampide prooviseadme ehitust. Selles rakendatakse vastavalt joonisele 2.33, *a* lamp madaldatud anoodpinge juures tööle ventiilina. Seejuures on võimalik lülitite K_1 ja K_2 abil lülitada anoodina tööle kas anood või võre. Et viimane asetseb katoodile lähemal kui anood, siis on milliampermeetri näit võre sisselülitamisel suurem kui anoodi sisselülitamisel. Kui aga lambi defekti tõttu on võre ühendunud anoodiga, näitab milliampermeeter ükskõik kumma lüliti sisselülitamisel ühesuurust voolu. Katoodi ja hõõgniidi vahelise isolatsiooni kvaliteedi määramiseks on ette nähtud lüliti *K*. Kui selle lüliti avatud olekus näitab milliampermeeter voolu, on katoodi ja hõõgniidi vaheline isolatsioon halb.

Joonise 2.33, *b* kohaselt koosneb prooviseade trafost, mille sekundaarmähisest on tehtud rida väljavõtteid mitmesuguse suurusega küttepingete ja 30-V anoodpinge jaoks.

Anoodringis asetseb milliampermeeter tundlikkusega 0...1 mA, millega on järjestikku ja rööbiti ühendatud reguleeritav takisti R_1 ja potentsiomeeter R_2. Potentsiomeeter R_2 on ette nähtud anoodvoolu piiramiseks. Rööbitise takistiga R_1 on võimalik muuta mõõteriista tundlikkust. Ümberlüliti *Ü* asendis *KN* näitab huumlamp *HL* proovitava lambi kütteniidi korrasolekut. Lambi üksikute elektroodide sisse- või väljalülitamiseks kasutatakse kuut survelülitit.

Lampide prooviseadme esiplaadile monteeritakse nii mitu erinevat lambipesa, kui mitut tüüpi lampide proovimiseks seadis ette nähakse.



Joon. 2.33. Elektronlampide prooviseade:
a — põhimõtteskeem, *b* — elektriline skeem

Prooviseadme töökorda seadmiseks asetatakse vastavasse lambipessa võimsaim vastuvõtulamp ning vastava lülitiga ühendatakse ta tüürvõre tööle anoodina. Reguleeritava takisti R_1 abil, mis toimib mõõteriista šundina (samaaegselt on potentsiomeetri R_2 liugkontakt viidud asendisse *a*), reguleeritakse milliampermeetri tundlikkus selliseks, et osuti näitab skaalal ligikaudu 90% selle kogulatusest. Pärast seda ei ole enam tarvis reguleeritavat takistit reguleerida, mistõttu ta võlli ots asetseb esiplaadi all. Potentsiomeetri R_2 võll on toodud esiplaadile ja on varustatud osutinupu ning skaalaga (10 jaotust). Seejärel

märgitakse mõõteriista näit vastava lambi kaardile. Nüüd lülitatakse teise lülitiga tööle lambi järgmine võre ning mõõtetulemus kantakse jälle samale kaardile. Niiviisi koostatakse iga proovimiseks ettenähtud lambi jaoks eri kaart, milles on toodud kõik mõõteriista näidud vastavalt sisselülitatud elektroodidele. Mõõtekaartide koostamiseks peab kasutama ainult uusi ja korrasolevaid elektronlampe.

3. peatükk

MÕÕTETEHNIKA

3.1. ÜLDIST

Raadiomõõtetehnikas kasutatakse põhiliselt magnetoelektrilise mõõtemehhanismiga osutimõõteriistu. Nende eeliseks on suur tundlikkus, võrdsete jaotustega skaala ning väike võimsustarvitus. Puuduseks on tundlikkus ülekoormuste suhtes.

Kui koos magnetelektrilise mõõteriistaga rakendada mõõtelülitusse pooljuhtventiil, on võimalik selle mõõteriistaga mõõta ka madalsageduspingeid ja -voole. Selliste ventiilmõõteriistade skaala ei ole enam lineaarne ning nad on väiksema tundlikkuse ja täpsusega kui ventiilita magnetoelektrilised mõõteriistad. Universaalsed ventiilmõõteriistad (testrid) leiavad raadiokorrastajate poolt laialdast kasutamist.

Kui ühendada magnetoelektrilise mõõteriistaga termoelement, saadakse termoelektriline mõõteriist, millega saab mõõta kõrgsagedusvoolu. Selle mõõteriista skaala on ligikaudu kvadraatne, s. o. skaala alguses on jaotused väga kokku surutud, mistõttu ligikaudu 20% skaalast ei ole kasutatav. Neid mõõteriistu rakendatakse põhiliselt mõõtmistel raadiosaatjate juures.

Elektromagnetilised mõõteriistad on suure võimsusetarvitusega (alates 50 mW ja enam), ebalineaarse skaala ja vähese tundlikkusega, mistõttu neid vastuvõtjate kontrollmõõtmistel peaaegu ei kasutata.

Täpsuse järgi liigitatakse mõõteriistad seitsmesse klassi: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4.

Täpsusklassi näitaja iseloomustab suurimat lubatavat mõõteviga, mis on väljendatud protsentides skaala lõppsuurusest. Mõõteviga saab olla kas positiivne või nega-

tiivne, s. o. mõõteriist võib mõõdetavat suurust näidata suuremana või väiksemana tegelikust suurusest.

Kui näiteks 300-V skaalaga voltmeetri täpsusklass on 2,5, siis võib mõõteviga skaala igas punktis olla ±2,5% 300 voldist, s. o. ±7,5 V. Täpsusklassi arv on toodud iga mõõteriista skaalal, ümbritsetuna musta sõõriga.

3.2. PINGE MÕÕTMINE

Pinge mõõtmiseks kasutatakse voltmeetrit, mis ühendatakse mõõtmisele kuuluva vooluringi osaga rööbiti.

Pinge mõõtmine on tegelikult voltmeetrit läbiva nõrga voolu mõõtmine. Mida kõrgem on pinge voltmeetri klemmide vahel, seda tugevam vool läbib voltmeetri mõõtemehhanismi ning seda suuremat väärtust näitab osuti voltidesse gradueeritud skaalal. Ainult elektrostaatilised ja suure sisendtakistusega lampvoltmeetrid reageerivad otseselt pingele, mitte aga voolule.

Voltmeetri poolt tarbitav võimsus on arvutatav valemiga

$$P_v = \frac{U_v^2}{R_v},$$

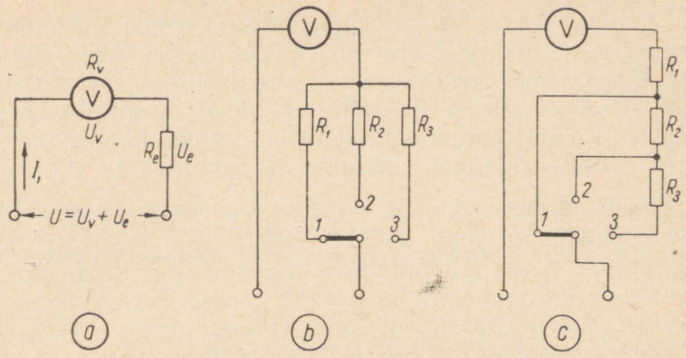
kus P_v on voltmeetri tarbitav võimsus W, U_v — voltmeetriga mõõdetav pinge V ja R_v — voltmeetri sisetakistus Ω.

Voltmeetri sisetakistus peab mõõdetava vooluringi osa takistusega võrreldes olema võimalikult suur, et vältida mõõdetava osa takistuse vähenemist ja sellest tuleneva mõõtevea tekkimist voltmeetri külgeühendamisel. Magnetoelektriliste mõõteriistade korral ei saa konstruktiivsetel põhjustel valmistada pöördpooli vajalikult suure takistusega. Seepärast tuleb suurendada voltmeetri takistust eeltakisti järjestikku ühendamisega mõõtevooluringi, nagu see on näidatud joonisel 3.1, *a*.

Eeltakisti takistus

$$R_e = R_v\left(\frac{U}{U_v} - 1\right), \quad R_e = \frac{U}{I_v} - R_v \text{ või } R_e = \frac{U - U_v}{I_v},$$

kus R_e on eeltakisti takistus Ω, R_v — voltmeetrina kasutatava mõõteriista sisetakistus, U — eeltakistusega voltmeetri poolt mõõdetav suurim pinge V, U_v — eeltakistu-



Joon. 3.1. Eeltakistite ühendamine järjestikku voltmeetriga: *a* — üksik eeltakisti, *b* ja *c* — ümberlülitiga üksikult ja järjestikku ühendatavad eeltakistid

seta voltmeetri poolt mõõdetav suurim pinge V ja I_v — voltmeetri täishälbevool A, s. o. vool, mis läbib voltmeetrit, kui osuti näitab skaala lõppväärtust.

Näide. 3-voldise skaalaga voltmeetri mõõteulatust on tarvis suurendada 300 voldini. Voltmeetri täishälbevool on 1 mA. Arvutada eeltakistus.

$$R_e = R_v\left(\frac{U}{U_v} - 1\right) = \frac{U_v}{I_v}\left(\frac{U}{U_v} - 1\right) =$$

$$= \frac{3}{0{,}001}\left(\frac{300}{3} - 1\right) = 297 \text{ k}\Omega,$$

$$R_e = \frac{U}{I_v} - R_v = \frac{U}{I_v} - \frac{U_v}{I_v} = \frac{300}{0{,}001} - \frac{3}{0{,}001} = 297 \text{ k}\Omega,$$

või kolmanda valemi järgi:

$$R_e = \frac{U - U_v}{I_v} - \frac{300 - 3}{0{,}001} = 297 \text{ k}\Omega.$$

Mitmesuguse mõõteulatusega üksikute voltmeetrite asemel on sobiv kasutada ühte ümberlülitatava mõõteulatusega voltmeetrit. Selleks tuleb iga mõõteulatuse saamiseks ühendada voltmeetriga järjestikku vastav eeltakisti. Joonise 3.1, *b* kohaselt võib lülitada voltmeetriga järjestikku ühe kolmest (R_1, R_2, R_3) eeltakistist.

Joonise 3.1, *c* järgi ühendatakse kolme mõõteulatuse saamiseks voltmeetriga järjestikku algul üks, siis kaks ja lõpuks kolm eeltakistit. Mõõteulatusele U_1 vastab eeltakisti R_1, U_2-le — takistite R_1 ja R_2 kogutakistus ning U_3-le — kõigi kolme eeltakistuse summa. Järgnevas näites on toodud niisuguste eeltakistite arvutuskäik.

Näide. Magnetoelektriline mõõteriist sisetakistusega 500 Ω ja täishälbevooluga 1 mA on tarvis muuta voltmeetriks mõõteulatusega 15, 150 ja 450 V. Arvutada joonise 3.1, *c* kohaselt eeltakistite takistused.

$$R_1 = \frac{U}{I_v} - R_v = \frac{15}{0{,}001} - 500 = 14{,}5 \text{ kΩ};$$

$$R_1 + R_2 = \frac{U}{I_v} - R_v = \frac{150}{0{,}001} - 500 = 149{,}5 \text{ kΩ},$$

millest

$$R_2 = 149{,}5 - 14{,}5 = 135 \text{ kΩ};$$

$$R_1 + R_2 + R_3 = \frac{U}{I_v} - R_v = \frac{450}{0{,}001} - 500 = 449{,}5 \text{ kΩ},$$

millest

$$R_3 = 449{,}5 - 135 - 14{,}5 = 300 \text{ kΩ}.$$

3.3. VOOLU MÕÕTMINE

Voolu mõõdetakse ampermeetriga, mis ühendatakse vooluringi järjestikku. Et ampermeetri ühendamisel vooluringi ei tekiks selles lisatakistust ja koos sellega voolu nõrgenemist, peab ampermeetri takistus olema võimalikult väike. See on tarvilik veel ampermeetri poolt tarbitava võimsuse pärast, mis nagu igal tundlikul mõõteriistal ei tohi ületada teatud piiri. Ampermeetri poolt tarbitav võimsus

$$P_a = I_a^2 R_a \text{ W},$$

kus I_a on ampermeetriga mõõdetav vool A ja R_a — ampermeetri sisetakistus Ω.

Ampermeetri mõõteulatuse suurendamiseks ühendatakse ampermeetriga rööbiti nn. šunttakisti (joon. 3.2, *a*).

Šunttakistuse suurus sõltub uue mõõteulatuse voolust

ja ampermeetrina kasutatava mõõteriista sisetakistusest ning on arvutatav järgmiste valemitega:

$$R_š = \frac{R_a}{\frac{I}{I_a} - 1}, \quad R_š = R_a \frac{I_a}{I - I_a} \quad \text{või} \quad R_š = \frac{U_a}{I - I_a},$$

kus R on šunttakisti takistus Ω; U_a — šunttakistita mõõteriista täishälbepinge V, s. o. pinge ampermeetri klemmidel, kui osuti näitab skaala lõppväärtust, I_a — šunttakistita ampermeetri poolt mõõdetav suurim vool A, I — šunttakistiga ampermeetri poolt mõõdetav suurim vool A ja R_a — ampermeetrina kasutatava mõõteriista sisetakistus Ω.

Näide. 3-voldise skaalaga voltmeeter täishälbevooluga 1 mA on tarvis muuta milliampermeetriks mõõteulatusega 300 mA. Arvutada šunttakisti takistus.

$$R_š = \frac{R_a}{\frac{I}{I_a} - 1} = \frac{\frac{U_a}{I_a}}{\frac{I}{I_a} - 1} = \frac{\frac{3}{0{,}001}}{\frac{0{,}3}{0{,}001} - 1} = \frac{3000}{299} = 10{,}03\ \Omega,$$

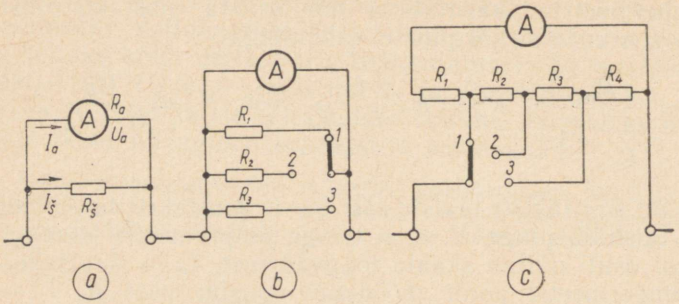
$$R_š = R_a \frac{I_a}{I - I_a} = \frac{U_a}{I_a} \cdot \frac{I_a}{I - I_a} = \frac{3}{0{,}001} \cdot \frac{0{,}001}{0{,}3 - 0{,}001} =$$

$$= \frac{3000}{299} = 10{,}03\ \Omega.$$

$$R_š = \frac{U_a}{I - I_a} = \frac{3}{0{,}3 - 0{,}001} = \frac{3000}{299} = 10{,}03\ \Omega.$$

Otstarbekohased on voolu mõõtmiseks mitme mõõteulatusega ampermeetrid. Vastavalt joonisele 3.2, *b* lülitatakse ampermeetriga rööbiti üks kolmest šunttakistist — R_1, R_2 või R_3. Sõltuvalt nende takistite suurusest muutub vastavalt ka ampermeetri mõõteulatus.

Joonise 3.2, *c* kohaselt on lüliti *1* asendis šunttakisti takistite R_2, R_3 ja R_4 summa, kuna takisti R_1 jääb mõõteriistaga järjestikku. Lüliti 2. asendis moodustavad šunttakisti takistid R_3 ja R_4, kuna R_1 ja R_2 ühenduvad järjestikku mõõteriista vooluringi. 3. asendis kuuluvad mõõteriista vooluringi R_1, R_2 ja R_3 ning šunttakisti moodustab



Joon. 3.2. Šunttakistite ühendamine rööbiti ampermeetriga: *a* — üksik šunttakisti, *b* ja *c* — ümberlülitiga üksikult ja segaühenduses lülitatavad takistid

R_4. Lüliti 1. asendis on ampermeetri mõõteulatus väikseim (I_1), teises suurem (I_2), kolmandas veel suurem (I_3) jne.

Takistite R_1, R_2, R_3 ja R_4 takistused arvutatakse antud juhul järgmiste valemitega:

$$R_š = R_1 + R_2 + R_3 + R_4; \quad R_1 = R_š - \frac{I_a}{I_1} \cdot R_š;$$

$$R_2 = R_š - R_1 - \frac{I_a}{I_2} \cdot R_š; \quad R_3 = R_š - R_1 - R_2 - \frac{I}{I_3} \cdot R_š;$$

$$R_4 = R_š - R_1 - R_2 - R_3.$$

Suurus $R_š$ peab olema valitud nii, et $R = 10\ R_a$.

Näide. Magnetoelektriline mõõteriist mõõteulatusega 1 mA ja täishälbepingega 0,1 mV on tarvis muuta kolme mõõteulatusega milliampermeetriks nii, et $I_1 = 5$ mA, $I_2 = 10$ mA ja $I_3 = 20$ mA. Arvutada šunttakistite R_1, R_2 ja R_3 takistused.

$$R_a = \frac{U_a}{I_a} = \frac{0{,}1}{0{,}001} = 100\ \Omega.$$

Valime

$$R_š = 10R_a = 1000\ \Omega.$$

Siis

$$R_1 = R_š - \frac{I_a}{I_1} \cdot R_š = 1000 - \frac{1}{5} \cdot 1000 = 800\ \Omega;$$

$$R_2 = R_š - R_1 - \frac{I_a}{I_2} \cdot R_š = 1000 - 800 - \frac{1}{10} \cdot 1000 = 100\ \Omega;$$

$$R_3 = R_š - R_1 - R_2 - \frac{I_a}{I_3} \cdot R' =$$

$$= 1000 - 800 - 100 - \frac{1}{20} \cdot 1000 = 50\ \Omega;$$

$$R_4 = R_š - R_1 - R_2 - R_3 = 1000 - 800 - 100 - 50 = 50\ \Omega.$$

3.4. TAKISTUSE MÕÕTMINE

Elektrilise takistuse mõõtmiseks rakendatakse voltmeetri-ampermeetri, voltmeetri ja sillameetodeid ning otseselt mõõdetavat takistust näitavaid oommeetreid.

Voltmeetri-ampermeetri meetod. Selle mõõtmisviisi korral koostatakse vooluallikast, mõõdetavast takistusest ja ampermeetrist vooluring. Väikeste takistuste mõõtmisel ühendatakse voltmeeter mõõdetava takistusega rööbiti, kuna suuremate takistuste puhul peab voltmeetri ühendama vooluallikaga rööbiti, nagu see on vastavalt näidatud joonisel 3.3, *a* ja *b*. Vastasel korral tekib suur mõõteviga. Volt- ja ampermeetri näitude põhjal arvutatakse seejärel Ohmi valemiga takistus. Väikeste takistuste mõõtmisel

$$R_x = \frac{U}{I_R + I_v},$$

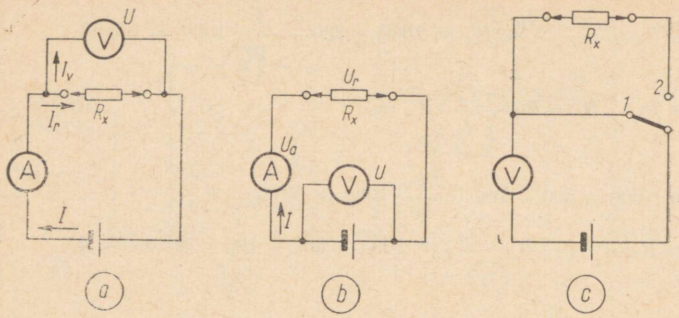
kus U on voltmeetri poolt mõõdetav pinge V, I_R — takistust läbiv vool A ja I_v — voltmeetrit läbiv vool A.

Et suure sisetakistusega voltmeetrit läbiv vool I_v on väikest takistust läbiva vooluga I_R võrreldes väga nõrk, siis võib ta mõõtetäpsust kahjustamata arvestamata jätta. Sel puhul

$$R_x = \frac{U}{I}.$$

Suurte takistuste mõõtmisel

$$R_x = \frac{U_R + U_a}{I},$$



Joon. 3.3. Takistuse mõõtmine:
a ja *b* — voltmeetri-ampermeetri meetod, *c* — voltmeetri meetod

kus U_R on pingelang mõõdetaval takistusel V, U_a — pingelang ampermeetris V ja I — takistust läbiv vool A.

Ampermeetri väikesel sisetakistusel tekkiv pingelang U_a on pingega U_R võrreldes niivõrd tühine, et temast kui arvutussuurusest võib loobuda. Ka sel puhul arvutatakse takistus volt- ja ampermeetri näitude kohaselt Ohmi valemiga.

Voltmeetri meetod. Sel juhul peab teadma voltmeetri sisetakistust R_v. Sel meetodil saab mõõta takistusi, mille väärtus ei ületa $(10 \ldots 15)R_v$.

Takistuse suuruse määramiseks teostatakse kaks mõõtmist: üks takistuseta vooluringis, mil ümberlüliti asetseb seisus *1* (joon. 3.3, *c*), ning saadakse näit U; teine mõõtmine toimub ümberlüliti seisus *2*, s. o. takistusega vooluringis, kusjuures saadakse näit. U_x.

Takistus arvutatakse seejärel järgmise valemiga:

$$R_x = R_v \frac{U - U_x}{U_x}.$$

Takistuse mõõtmine oommeetriga. Oommeeter kujutab endast voltmeetrit, mis on ühendatud vooluallika ja mõõdetava takistusega vooluringi ning mille skaala on gradueeritud oomides. Sõltuvalt sellest, kas takistus on ühendatud voltmeetriga järjestikku või rööbiti, eristatakse järjestikuseid ja rööbitisi oommeetreid.

Järjestikuseid oommeetreid kasutatakse suuremate ta-

kistuste mõõtmiseks, kusjuures nende mõõteulatusteks on 1 Ω kuni 100 kΩ.

Mitmesuguste mõõteulatuste saamiseks kasutatakse eeltakistusi R_{e1}, R_{e2} ja R_{e3} (joon. 3,4, *a*). Oommeetri skaala jaotused on ebavõrdsed, olles kokku surutud suuremate takistuste poolel. Skaala nullpunkt asetseb paremal ning on määratav mõõteriista täishälbevooluga.

Järjestikuse oommeetri skaala gradueerimiseks võib kasutada valemit

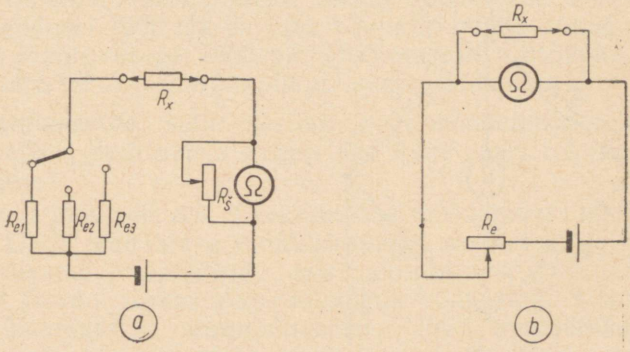
$$R_x = R_0 \frac{I_0 - I_x}{I_x},$$

kus I_0 on vool oommeetri lühistatud klemmide puhul ja I_x — vool takistuse R_x mõõtmisel;

$$R_0 = R_e + \frac{R_m R_š}{R_m + R_š}.$$

Šunttakisti R'_s (reostaat) on ette nähtud mõõteriista osuti täishälbe reguleerimiseks lühistatud mõõteklemmide R_x puhul.

Joonisel 3.4, *b* on toodud rööbitise oommeetri skeem, mille kohaselt mõõdetav takistus on ühendatud oommeetriks gradueeritud mõõteriistaga rööbiti. Seesuguste oommeetrite mõõteulatus on tavaliselt 0,01 ... 10 Ω.



Joon. 3.4. Takistuse mõõtmine:
a — järjestikuse oommeetriga, *b* — rööbitise oommeetriga

Mõõteriista osuti täishälvet reguleeritakse lahtiste mõõteklemmide R_x puhul muudetava takistusega eeltakisti R_e abil.

Selle oommeetri skaala nulljaotus asetseb vasakul ning on määratav mõõteriista vooluringi vooluta olekus. Skaala gradueerimisel võib kasutada valemit

$$R_x = R_m \frac{I_x}{I_0 - I_x},$$

kus I_0 on mõõteriista täishälbevool.

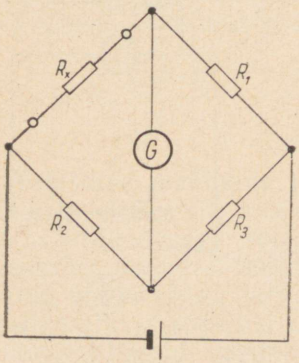
Takistuste mõõtmine sillaga. Mõõtesilla elektriline skeem on antud joonisel 3.5. Sild koosneb neljast omavahel nelinurka ühendatud takistusest (nn. õlast), galvanomeetrist ja vooluallikast. Silla ühe õla moodustab mõõdetav takistus R_x. Vooluallikas on ühendatud silla ühe, galvanomeeter aga teise diagonaali lõpp-punktidega.

Takistuse mõõtmiseks reguleeritakse silla kolme õla takistused R_1, R_2 ja R_3 selliseks, et galvanomeetri osuti näitab nulli. Sel puhul on sild tasakaalus ning takistuste vahel kehtib seos

$$\frac{R_x}{R_1} = \frac{R_2}{R_3},$$

millest mõõdetav takistus

$$R_x = R_1 \frac{R_2}{R_3}.$$



Joon. 3.5. Takistuse mõõtmine sillaga

Sild on täpsemaid takistuse mõõtmise abinõusid. Ta mõõtetäpsus sõltub kasutatava galvanomeetri ja reguleeritavate õlgade takistuste täpsusest.

3.5. MAHTUVUSE MÕÕTMINE

Mahtuvuse mõõtmiseks rakendatakse põhiliselt voltmeetri-ampermeetri, resonants- ja sillameetodit.

Voltmeetri-ampermeetri meetod. Selle meetodi kohaselt tuleb kondensaator koos milliampermeetriga ühendada järjestikku vahelduvvooluallikaga ning voltmeeter rööbiti mõõdetava kondensaatoriga, nagu näidatud joonisel 3.6, *a*. Seejärel arvutatakse mõõdetava mahtuvuse suurus valemiga

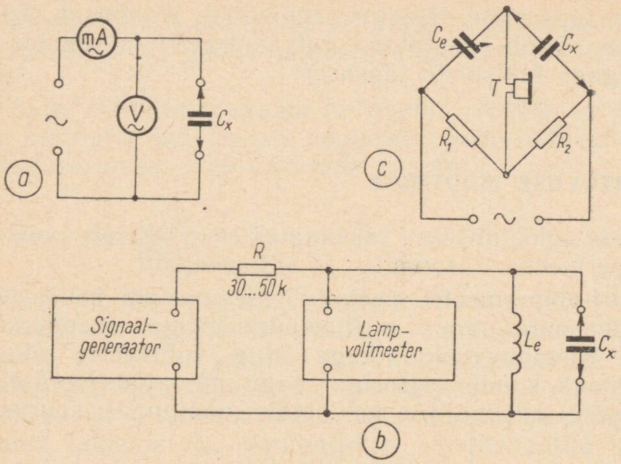
$$C_x = \frac{160I}{fU},$$

kus C_x on mahtuvus μF, I — ampermeetri näit mA, f — vahelduvvoolu sagedus Hz ja U — pinge kondensaatori klemmidel V.

Mõõteulatus kirjeldatava meetodi puhul sõltub vahelduvvoolu sagedusest ja milliampermeetri tundlikkusest, s. o. mida suuremat mahtuvust mõõdetakse, seda madalam võib olla sagedus ning väiksem milliampermeetri tundlikkus ja vastupidi. Nii näiteks saab 50-Hz sagedusega võrguvoolu rakendamisel mõõta mahtuvusi alates 1 μF. Sagedusel 1000 Hz on juba võimalik mõõta kondensaatoreid mahtuvusega 1000 pF. Mõõtevigade vältimiseks peab voltmeeter olema võimalikult suure takistusega.

Resonantsmeetod. Selle meetodi järgi mõõdetakse suhteliselt väikesi mahtuvusi, nimelt ühe kuni paari tuhande pF piirides.

Vastavalt joonisele 3.6, *b* koostatakse mõõdetavast mahtuvusest C_x ja teadaoleva induktiivsusega poolist L_e (etaloninduktiivsus) võnkering, mis sidestatakse nõrgalt takisti R kaudu signaalgeneraatoriga. Võnkeringi klemmidega ühendatakse lampvoltmeeter. Nüüd muudetakse signaalgeneraatori sagedust seni, kuni tekib resonants, millele vastab lampvoltmeetri mõõteriista suurim hälve.



Joon. 3.6. Mahtuvuse mõõtmine:
a — voltmeetri ja ampermeetriga, *b* — resonantsimeetodil, *c* — sillaga

Seejärel arvutatakse mahtuvus valemiga

$$C_x = \frac{2{,}53 \cdot 10^{10}}{f^2 L_e},$$

kus C_x on mahtuvus pF, f — sagedus kHz ja L_e — induktiivsus μH.

Sillameetod. Mahtuvuse mõõtesild (joonis 3.6, *c*) erineb takistuste mõõtesillast ainult selle poolest, et esimeses kasutatakse silla kahes õlas mahtuvusi, milledest üks on mõõdetav (C_x), ning et mahtuvuste mõõtesillas rakendatakse vahelduvvoolu sagedusega 800 ... 1000 Hz (mille allikaks lihtsamal juhul kõlbab elektromagnetiline sumisti). Silla tasakaalu näitajaks kasutatakse kas peatelefone, vahelduvvoolu-milliampermeetrit või lihtsat dioodvoltmeetrit.

Silla tasakaalustamiseks on ette nähtud mahtuvuse ühikutes gradueeritud skaalaga pöörd- ehk etalonkondensaator C_e. Tasakaalustatud silla puhul on mahtuvus arvutatav valemiga

$$C_x = C_e \frac{R_1}{R_2},$$

kus C_x on mõõdetav mahtuvus pF, C_e — pöördkondensaatori mahtuvus tasakaalustatud silla puhul pF, R_1 ja R_2 — takistuste vastavad suurused tasakaalustatud silla puhul Ω või kΩ.

3.6. INDUKTIIVSUSE MÕÕTMINE

Induktiivsuse mõõtmiseks kasutatakse samu meetodeid mis mahtuvuse mõõtmiselgi.

Voltmeetri-ampermeetri meetod. Joonise 3.7, *a* kohaselt tuleb selle mõõtemeetodi rakendamisel koostada milliampermeetrist, mõõdetavast poolist ja vooluallikast järjestikune vooluring. Voltmeeter ühendatakse pooliga rööbiti. Mõõtmiseks sobiva pinge reguleerimiseks on soovitav kasutada kas reostaati või autotrafot.

50-Hz võrguvoolu rakendamisel on selle meetodi järgi võimalik mõõta suuri induktiivsusi, nagu raudsüdamikuga paispoolide ja toite- ning sobitustrafode mähiseid jne. Väiksemate induktiivsuste mõõtmiseks tuleb rakendada kõrgema sagedusega (400 ... 1000 Hz) vahelduvvoolu.

Voltmeetrina on soovitav kasutada lampvoltmeetrit või siis võimalikult suure takistusega mõõteriista.

Kui pooli aktiivtakistus on ta reaktiivtakistusest palju kordi väiksem, arvutatakse induktiivsus valemiga

$$L_x = \frac{U}{6{,}28fI},$$

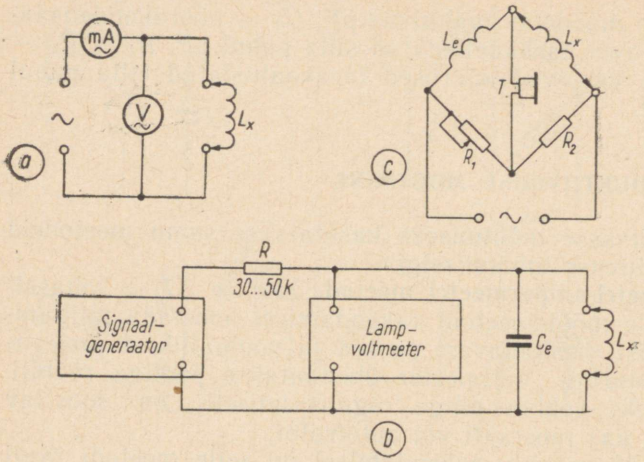
kus L_x on induktiivsus H, U — pinge pooli klemmidel V, f — vahelduvvoolu sagedus Hz ja I — milliampermeetri poolt mõõdetav vool A.

Kui aga aktiiv- ja reaktiivtakistus on enam-vähem võrdsed, siis avaldub induktiivsus valemiga

$$L_x = \frac{\sqrt{\left(\frac{U}{I}\right)^2 - R^2}}{6{,}28f},$$

kus R on pooli aktiivtakistus Ω.

Resonantsmeetod. Sellel meetodil on võimalik mõõta kõrgsageduspoolide induktiivsust. Selleks koostatakse joonise 3.7, *b* kohaselt mõõdetavast induktiivsusest ja teada-



Joon. 3.7. Induktiivsuse mõõtmine:
a — voltmeetri ja ampermeetriga, *b* — resonantsimeetodil, *c* — sillaga

oleva mahtuvusega kondensaatorist võnkering, mis sidestatakse kas induktiivselt või takisti R kaudu signaalgeneraatoriga. Mida nõrgemat sidestust kasutatakse, seda täpsem on mõõtetulemus. Signaalgeneraatori sageduse muutmisel tekib mingil kindlal sagedusel võnkeringis resonants, mida näitab võnkeringiga rööbiti ühendatud lampvoltmeetri suurim hälve. Seejärel arvutatakse resonantssageduse ja etalonkondensaatori mahtuvuse järgi mõõdetava pooli induktiivsus valemiga

$$L_x = \frac{2{,}53 \cdot 10^4}{f^2 C_e},$$

kus L_x on induktiivsus μH, f — sagedus kHz ja C_e — etalonkondensaatori mahtuvus μF.

Kui etalonkondensaatori mahtuvus on avaldatud pikofaradites, siis toodud valemi lugejas tuleb tegur 10^4 asendada teguriga 10^{10}.

Mõõtevea vähendamiseks on tarvilik, et etalonkondensaatori mahtuvus oleks pooli sisemahtuvusest palju kordi suurem.

Pooli sisemahtuvust on võimalik määrata kahekordse mõõtmisega, kusjuures kasutatakse erineva suurusega etalonkondensaatoreid C_1 ja C_2. Siis sisemahtuvus

$$C_0 = \frac{f_2^2 C_2 - f_1^2 C_1}{f_2^2 - f_1^2},$$

kus f_1 ja F_2 on esimese ja teise mõõtmise resonantsisagedused kHz, C_1 ja C_2 — esimese ja teise mõõtmise etalonmahtuvused pF.

Sillameetod. Joonisel 3.7, *c* on toodud induktiivsuse mõõtesilla skeem, mis koosneb induktiivsusetalonist L_e, mõõdetavast induktiivsusest L_x ning kahest takistusest R_1 ja R_2. Takistus R_1 on silla tasakaalustamiseks reguleeritav. Tasakaalustatud silla puhul, mil peatelefonides kuuldav heli on nõrgim või vahelduvvoolu-milliampermeetri hälve väikseim, on induktiivsus arvutatud valemiga

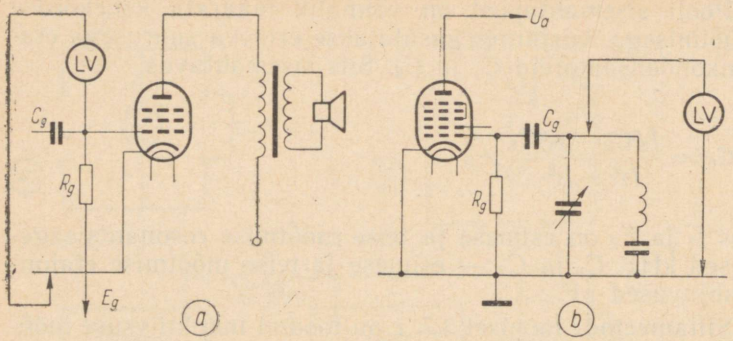
$$L_x = L_e \frac{R_2}{R_1},$$

kus L_x — mõõdetav induktiivsus ühikutes, milles on väljendatud L_e, L_e — etaloninduktiivsus μH, mH või H, R_1 ja R_2 — silla õlgade takistused Ω või kΩ.

Selle mõõtmismeetodi korral peavad poolide L_x ja L_e induktiivsused olema enam-vähem võrdelised nende aktiivtakistustega, sest vastasel korral tekib suur mõõteviga.

3.7. PROOVISEADISTE RAKENDAMINE

Lampvoltmeeter. Seda mõõteriista tuleb kasutada juhul, kui pinge mõõtmiseks ei ole võimalik rakendada tavalist alalis- või vahelduvvoolu-voltmeetrit selle suhteliselt väikese sisetakistuse tõttu. Oletame, et joonise 3.8, *a* kohaselt on tarvis mõõta võimsusvõimendi lambi võre-eelpinget otseselt katoodi ja võre vahel. Et võrele antakse eelpinge suure takistuse (0,1 ... 1,0 MΩ) kaudu, siis ka hea, kõrgeoomiline voltmeeter näitab tegelikust tunduvalt madalamat pinget. Lampvoltmeetri sisendtakistus aga on väga suur (megaoomid, kümned ja sajad megaoomid),



Joon. 3.8. Lampvoltmeetri kasutamine:
a — eelpinge mõõtmiseks, *b* — kõrgsageduspinge mõõtmiseks

mistõttu ka mõõtetulemused lampvoltmeetri kasutamisel on antud juhul praktiliselt täpsed.

Vastuvõtjate remontimisel tekib sageli vajadus mõõta kõrgsageduspinget mitmesuguste võnkeringide klemmidel. Selleks otstarbeks kõlbab ainult suure sisendtakistusega ning väikese sisendmahtuvusega vahelduvvoolu-lampvoltmeeter. Joonisel 3.8, *b* on näidatud lampvoltmeetri rakendamine supervastuvõtja ostsillaatorvõnkeringi pinge mõõtmiseks. Selle mõõtmisega on võimalik kontrollida ostsillaatori tööd, s. o. reguleerida lambi ostsillaatorosale sobivad pinged, jälgida ostsillaatori võnkumist mitmesugustel sagedustel kogu sagedusastmiku ulatuses, valida kohased R_g ja C_g suurused jne.

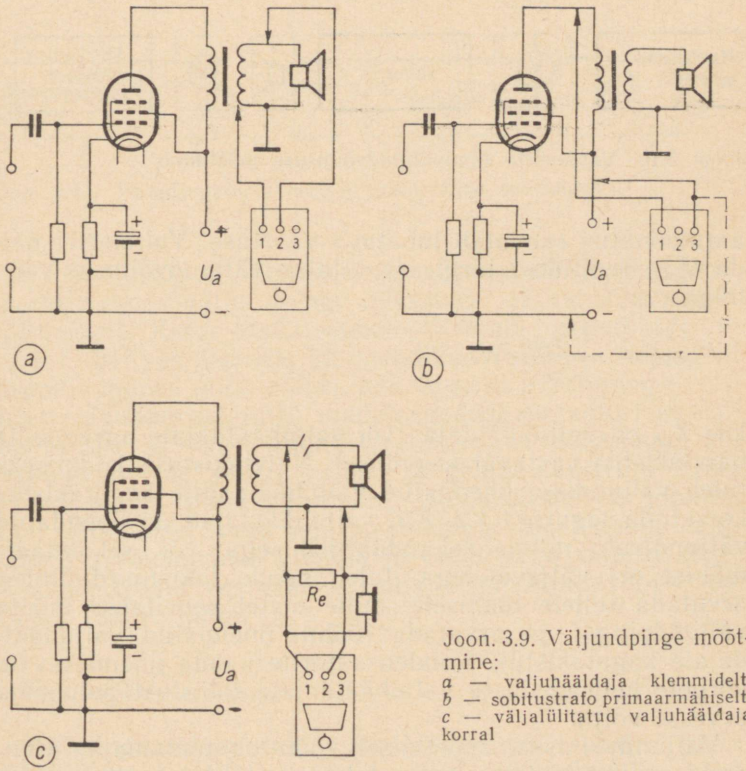
Samasuguse eduga võib rakendada lampvoltmeetrit ka vahesagedus-võnkeringide ning vastuvõtjate helisageduspingete mõõtmiseks.

Väljundimõõtja. Vastuvõtja häälestamisel on väljundimõõtja vajalik väljundpinge maksimumi määramiseks, mispuhul pole otseselt tarvilik, et ta skaala oleks graduseeritud voltides. Teisel juhul aga, näiteks väljundvõimsuse, selektiivsuse jne. mõõtmisel, peab väljundimõõtja näitama väljundpinget voltides.

Vastuvõtja häälestamiseks ühendatakse väljundimõõtja kas rööbiti valjuhääldajaga (madalapingeline väljund), rööbiti väljundtrafo primaarmähisega või nii, nagu see on joonisel 3.9, *b* kujutatud punktiirjoonega (kõrgepingeline

väljund). Et kõrgepingelise väljundi mõõtmisel ei läbiks mõõteriista alalisvoolukomponent, tuleb väljundimõõtja ühendada vooluringi tõkestuskondensaatori kaudu, s. o. klemmidega *1-3*.

Remonditöökoja oludes, kus proovitakse üheaegselt mitut vastuvõtjat, osutub otstarbekaks asendada valjuhääldaja ekvivalenttakistiga R_e (joon. 3.9, *c*), mille takistus võrdub valjuhääldaja võnkepooli näivtakistusega (impedantsiga) sagedusel 400 Hz. Akustiliseks kontrollimiseks kasutatakse väljundtrafo sekundaarmähisega ühendatud peatelefone. Valjuhääldaja ühendatakse uuesti vooluringi alles pärast vastuvõtja täielikku remontimist ja häälestamist.



Joon. 3.9. Väljundpinge mõõtmine:
a — valjuhääldaja klemmidelt,
b — sobitustrafo primaarmähiselt,
c — väljalülitatud valjuhääldaja korral

3.8. RAADIOVASTUVÕTJATE ISELOOMUSTUSSUURUSTE MÕÕTMINE

Nimiväljundvõimsus. Vastuvõtja nimiväljundvõimsuseks $P_{välj}$ nimetatakse maksimaalset võimsust madalsagedusvõimendi väljundis, mille juures mittelineaarmoonutus võrdub lubatud suurusega. Mõõtmiseks on vaja madalsagedusgeneraatorit, mille enda mittelineaarmoonutustegur on alla 1%, väljundimõõtjat (vahelduvvoolu-voltmeetrit) ja mittelineaarmoonutusteguri mõõtjat. Mõõteriistad ühendatakse vastuvõtjaga joonisel 3.10 näidatud skeemi kohaselt.

Madalsagedusvõimendi sisendisse (helipea puksidele) antakse madalsagedusgeneraatorist 400-hertsise sagedusega siinuspinge, mida suurendatakse seni, kuni mitteline-



Joon. 3.10. Vastuvõtja nimiväljundvõimsuse mõõtmine

aarmoonutus saavutab lubatava väärtuse. Voltmeetri näidu $U_{välj}$ (voltides) järgi arvutatakse väljundvõimsus valemiga

$$P_{n.välj} = \frac{U^2_{välj}}{Z_{vh}} \text{ W},$$

kus Z_{vh} on valjuhääldaja (või valjuhääldajate agregaadi) näivtakistus vastaval sagedusel. Näivtakistuse leidmiseks tuleb väljundisse ühendatud valjuhääldajate kogutakistus korrutada teguriga 1,2. Kui valjuhääldajad on ühendatud väljundtrafo mitme sekundaarmähisega või sekundaarmähise eri väljavõtetega, tuleb nende takistused ümber arvutada sellele mähisele, mille otstel soovitakse mõõta väljundpinget, ja arvutada rööbiti ühendatud valjuhääldajate kogutakistus. Kondensaatorite kaudu ühendatavate kõrgete helisageduste valjuhääldajate takistust pole vaja arvesse võtta.

Väljundvõimsuse mõõtmisel võib valjuhääldaja asendada aktiivtakistiga, mille takistus võrdub valjuhäälda-

jate näivtakistusega ja võimsus vähemalt eeldatava väljundvõimsusega.

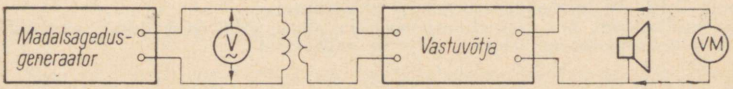
Olgu märgitud, et valjuhääldajate nimivõimsuste summa peab olema madalsagedusvõimendi nimiväljundvõimsusest vähemalt 50% suurem.

Enamik vastuvõtja ja madalsagedusvõimendi iseloomustussuurusi mõõdetakse nn. normaalsel väljundvõimsusel

$$P_{norm} = 0{,}1P_{n\ välj}.$$

Sel puhul on pinge väljundkoormusel $0{,}316U_{välj}$, kus $U_{välj}$ on väljundpinge nimivõimsuse korral.

Madalsagedusvõimendi tundlikkus (tundlikkus helipea sisendist). Madalsagedusvõimendi tundlikkuseks nimetatakse sellist 400-hertsise sagedusega siinuspinget, mille rakendamisel võimendi sisendisse saadakse väljundis nimi-

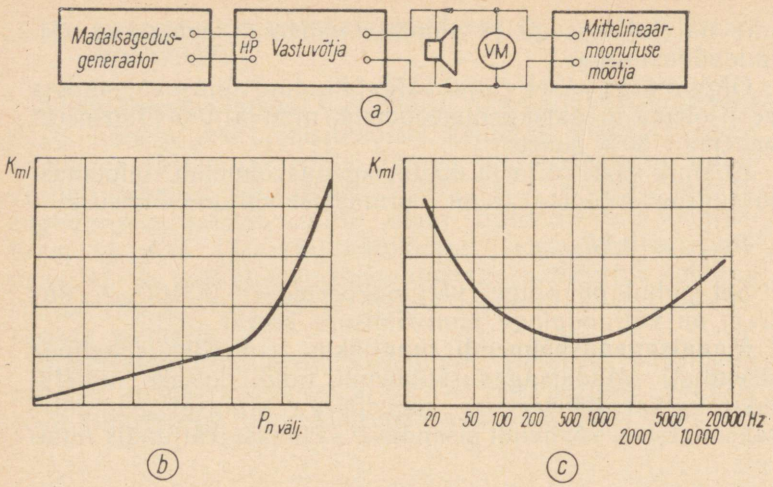


Joon. 3.11. Madalsagedusvõimendi tundlikkuse mõõtmine

väljundvõimsus. Mõõtmiseks on vaja madalsagedusgeneraatorit (koos väljundpinge mõõtjaga) ja vahelduvpingevoltmeetrit. Kuna madalsagedusvõimendi sisendpinge on madal (helipea sisendis kümnendikud voldid ja mikrofoni sisendis mõned millivoldid), siis vastava piirkonnaga voltmeetri puudumisel tuleb madalsagedusgeneraatori ja võimendi sisendi vahel ühendada takistitest pingejagur või teadaoleva ülekandeteguriga pingemadaldustrafo ning mõõta pinget pingejaguri ees. Mõõteskeem on joonisel 3.11. Mõõtmisel peab helitugevusregulaator olema maksimaalse võimenduse asendis ja tämbriregulaatorid kõige laiemale ribale vastavas asendis. Nimiväljundvõimsusele $P_{n.välj}$ vastav pinge

$$U_{välj} = \sqrt{P_{n.välj} Z_{vh.}}$$

Mittelineaarmoonutus. Madalsagedusvõimendi poolt põhjustatavat mittelineaarmoonutust väljendatakse kahe



Joon. 3.12. Mittelineaarmoonutuse mõõtmine:
a — mõõteskeem, *b* — mittelineaarmoonutusteguri sõltuvus väljundvõimsusest, *c* — mittelineaarmoonutusteguri sõltuvus sagedusest

karakteristikuga: 1) mittelineaarmoonutusteguri K_{ml} sõltuvusega väljundvõimsusest (sagedusel 400 või 1000 Hz) ja 2) mittelineaarmoonutusteguri K_{ml} sõltuvusega sagedusest f (nimiväljundvõimsusel). Karakteristikute ülesvõtmiseks on vajalikud samad mõõteriistad mis väljundvõimsuse mõõtmiselgi. Mõõteskeem ja näidisgraafikud on joonisel 3.12.

Teguri K_{ml} sagedussõltuvuse määramisel peavad tämbriregulaatorid olema asendis, mis vastavad kõige lineaarsemale sageduskarakteristikule.

Erimõõteriistade puudumisel on võimalik madalsagedusvõimendi mittelineaarmoonutuse üle otsustada võimendi amplituudikarakteristiku järgi, mis väljendab väljundpinge $U_{välj}$ sõltuvust sisendpingest U_{sis} sagedusel 400 Hz. Karakteristiku ülesvõtmiseks on vaja madalsagedusgeneraatorit ja kaht vahelduvvoolu-voltmeetrit (on võimalik toime tulla ka ühe ümberühendatava voltmeetriga). Mõõteskeem koos näidisgraafikuga on joonisel 3.13. Mõõtmisel peab võimendi helitugevusregulaator olema maksimaalsele võimendusele vastavas asendis.

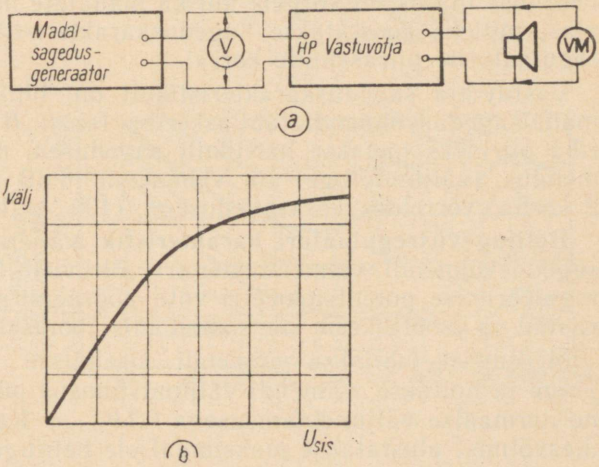
Mittelineaarmoonutus on väike väljundpingeni, milleni

tunnusjoon on enam-vähem sirge. Tunnusjoone kõverale osale vastavatel väljundpingetel esineb suur mittelineaarmoonutus.

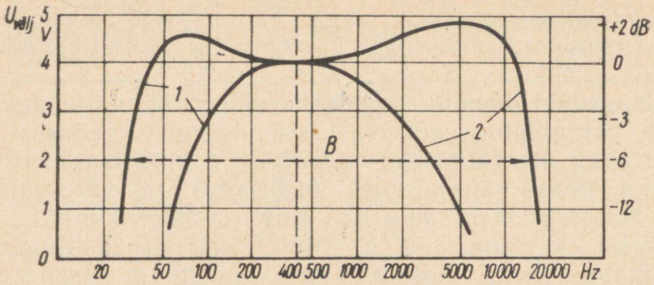
Madalsagedusvõimendi sageduskarakteristik väljendab võimendi väljundpinge sõltuvust sisendpinge sagedusest. Karakteristiku ülesvõtmiseks on vajalikud madalsagedusgeneraator (koos väljundpinge mõõtjaga) ja väljundimõõtja. Mõõteskeem on sama mis amplituudikarakteristiku ülesvõtmisel (vt. joon. 3.13, *a*). Mõõtmisel peab helitugevusregulaator olema maksimaalse võimenduse asendis ja tämbriregulaator kõige laiemale ribale vastavas asendis. Tämbriregulaatorid, mis võimaldavad madalamaid ja kõrgemaid helisagedusi kesksageduse suhtes nii esile tõsta kui ka alla suruda, peavad olema keskasendis. Võimendi sisendisse juhitakse 400-hertsine pinge, mille väärtus valitakse selline, et võimendi arendaks normaalset väljundvõimsust, s. o. $0{,}1P_{n.välj}$:

$$U_{norm} = 0{,}316\sqrt{P_{n.välj}Z_{vh}}.$$

See sisendpinge väärtus säilitatakse püsivana ka järg-



Joon. 3.13. Madalsagedusvõimendi amplituudikarakteristiku ülesvõtmise skeem (*a*) ja näidisgraafik (*b*)



Joon. 3.14. Madalsagedusvõimendi näidiskarakteristikud:
1 — madalate helisageduste reguleerimise piirid, *2* — kõrgete helisageduste reguleerimise piirid

nevatel mõõtmistel, mispuhul märgitakse üles mitmesugustele sagedustele vastavad väljundpinged sageduspiirkonnas 20 ... 20000 Hz. Saadud andmete järgi koostatakse graafik (joon. 3.14), mille rõhtteljele kantakse logaritmilises mõõtkavas sagedused ja püstteljele väljundpinged (või vastavad võimsused). Enamasti aga gradueeritakse ordinaattelg detsibellides (vt. lisa 11), kusjuures nullnivooks võetakse sagedusele 400 Hz vastav pinge.

Kirjeldatud viisil määratakse kindlaks ka tämbri reguleerimise ulatus nii kõrgete kui ka madalate helisageduste alas, milleks koostatakse sageduskarakteristikud tämbriregulaatorite piirasendite korral.

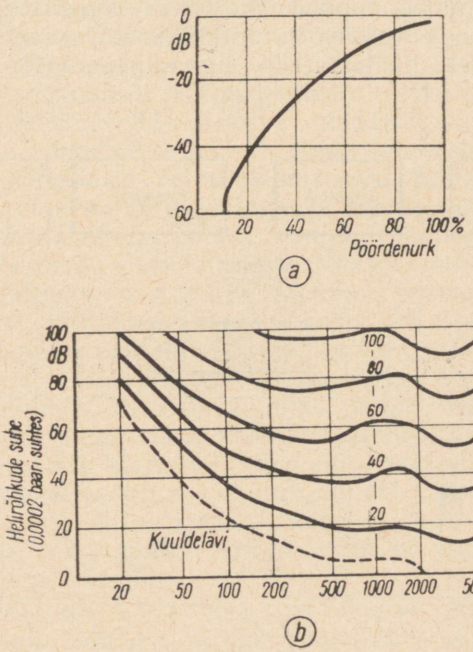
Vastuvõtja sageduskarakteristikult on lihtne määrata madalsagedusvõimendi läbilaskeriba laiust *B*. Läbilaskeriba piirideks loetakse harilikult sagedused, milledel võimendus (väljundpinge) on vähenenud 6 dB võrra, s. o. 2 korda, võrreldes kesksagedusega (400 ... 1000 Hz).

Helitugevusregulaatori karakteristik väljendab madalsagedusvõimendi võimendusteguri sõltuvust helitugevuse reguleerimise potentsiomeetri võlli pöördenurgast. Mõõteriistad ja mõõteskeem on samad mis joonisel 3.13, *a*.

Mõõtmisel juhitakse võimendi sisendisse 400-hertsine pinge ja hoitakse võimendi väljundvõimsus püsivalt võrdne normaalse väljundvõimsusega $0{,}1P_{n.välj}$. Karakteristiku ülesvõtmist alustatakse maksimaalsele helitugevusele vastavast asendist, mis loetakse nullnivooks. Vastavalt helitugevuse vähendamisele suurendatakse madalsagedusge-

neraatori pinget, nii et väljundvõimsus säilib jäävana. Potentsiomeetri mitmesugustele pöördenurkadele vastavad sisendpinge väärtused arvutatakse ümber detsibellideks ja koostatakse graafik (joon. 3.15, *a*).

Kui võimendis kasutatakse kompenseeritud helitugevusregulaatorit, mis hoiab erinevate sagedustega helide suhtelise valjuse helitugevuse muutmisel püsivana, tuleb potentsiomeetri iga asendi kohta ehitada sageduskarakteristik ja kanda need ühisele graafikule. Kõverad nihutatakse üksteise suhtes sagedusele 1000 Hz vastavate nõrgenemiste järgi. Tämbriregulaatorid peavad olema asendites, mispuhul maksimaalsele võimendusele vastav sageduskarakteristik on kõige lineaarsem. Saadud kõveraid võrreldakse samavaljuse kõveratega (joon. 3.15, *b*).

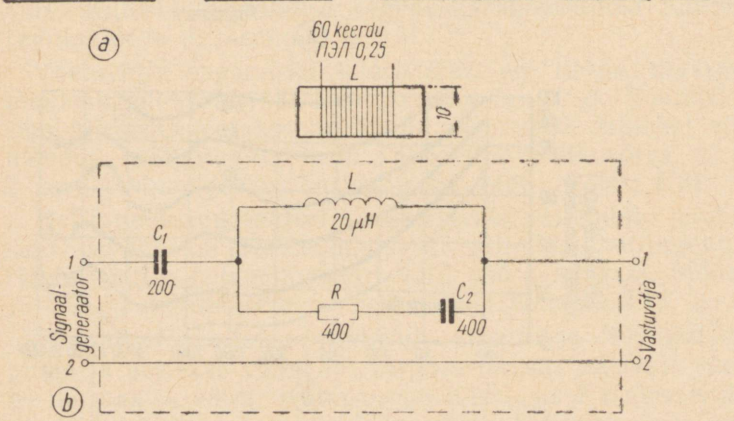


Joon. 3.15. Helitugevusregulaatori karakteristik (*a*) ja samavaljuse kõverad (*b*)

Vastuvõtja tundlikkus. AM-vastuvõtja tundlikkuse mõõtmiseks on vajalikud signaalgeneraator, aseantenn (joon. 3.16, *b*) ja väljundimõõtja (vahelduvvoolu-voltmeeter), mis ühendatakse vastuvõtjaga joonisel 3.16, *a* näidatud skeemi järgi. Valjuhääldaja asemele võib ühendada tema näivtakistusega võrdset aktiivtakistust omava takisti. Vastuvõtja helitugevusregulaator keeratakse maksimaalsele võimendusele vastavasse asendisse, tämbriregulaatorid aga asenditesse, mille puhul madalate ja kõrgete helisageduste võimendus on kõige väiksem. Automaatne võimendusregulaator lülitatakse välja. Seejuures tuleb muidugi jälgida, et reguleeritavate lampide tüürvõred saaksid normaalset eelpinget.

Kuna vastuvõtja tundlikkus erinevates laineastmikes ja ka sama laineastmiku mitmesugustes punktides on erisugune, siis tuleb tundlikkust mõõta kõigis laineastmikes kahes või kolmes punktis. Seejuures on soovitav, et need punktid ei ühtiks täppiskokkujooksu sagedustega; see võimaldab saada vastuvõtja tundlikkusest reaalsemat pilti.

Mõõtmiseks häälestatakse signaalgeneraator soovitavale



Joon. 3.16. Vastuvõtja tundlikkuse mõõteskeem (*a*) ja aseantenni skeem (*b*)

sagedusele. Häälestusindikaatori või väljundimõõtja järgi häälestatakse täpselt samale sagedusele ka vastuvõtja.

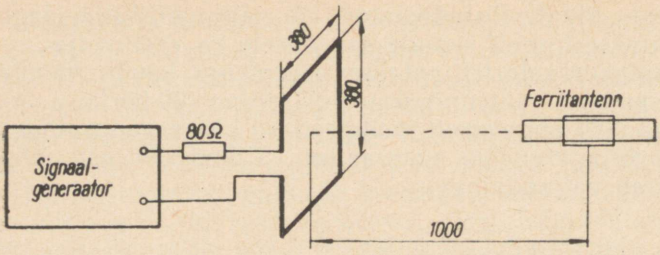
Signaalgeneraatorist antakse aseantenni kaudu vastuvõtja sisendisse (antennipuksidele) selline 400-hertsise sagedusega 30% sügavuselt moduleeritud kõrgsageduspinge, et vastuvõtja arendaks normaalset väljundvõimsust, millele vastab väljundpinge

$$U_{norm} = 0{,}316\sqrt{P_{n.välj} Z_{vh}}\ \text{V},$$

kus $P_{n.välj}$ on vastuvõtja nimiväljundvõimsus W ja Z_{vh} — valjuhääldaja näivtakistus Ω sagedusel 400 Hz. Seejärel lülitatakse kõrgsagedussignaali modulatsioon välja ja mõõdetakse vastuvõtja väljundpinget, s. o. kandesageduse vastuvõtul arenevat mürapinget. Kui mürapinge on normaalsest väljundpingest U_{norm} (mis saadi sisselülitatud modulatsiooni korral) vähemalt 10 korda (20 dB) väiksem, siis vastuvõtja sisendpinge (signaalgeneraatori väljundpinge) mikrovoltides võrdubki vastuvõtja tundlikkusega sellel sagedusel.

Kui aga vastuvõtja kõrgsagedustrakti võimendus on suur, võib omamürade võimsus madalsagedusvõimendi maksimaalse võimenduse korral mõnes laineastmikus ulatuda isegi normaalse väljundvõimsuseni. Sellistel juhtudel, kui normaalse väljundpinge ja mürapinge suhe on alla 10, määratakse vastuvõtja reaalne tundlikkus järgmisel viisil. Vastuvõtja sisendisse juhitakse sama kõrgsageduspinge, millega vastuvõtja arendas normaalset väljundvõimsust, lülitatakse modulatsioon välja ja vähendatakse helitugevusregulaatoriga väljundpinget väärtuseni $0{,}1U_{norm}$. Siis lülitatakse modulatsioon sisse ja suurendatakse sisendpinget väärtuseni, mille puhul saadakse normaalne väljundpinge U_{norm}. Seejärel kontrollitakse uuesti kasuliku signaali tekitatud normaalse väljundpinge ja mürapinge suhet ja kui see osutub nüüdki väiksemaks kui 10, vähendatakse jälle vajalikul määral madalsagedusvõimendust jne. Vastuvõtja reaalseks tundlikkuseks on lõplik sisendpinge väärtus.

Ferriitantenniga vastuvõtja tundlikkuse määramiseks on täiendavalt vaja 3...6 mm jämedusest vasktraadist ruudukujulist raami mõõtmetega 380 × 380 mm. Raam ühendatakse signaalgeneraatori väljundiga 80-oomise takisti kaudu. Mõõdetav vastuvõtja asetatakse selliselt, et



Joon. 3.17. Ferriitantenniga vastuvõtja tundlikkuse määramine

ferriitantenni telg oleks raami tasapinnaga risti ja ferriitantenni pooli keskpunkti kaugus raami tasapinnast oleks 1 m (joon. 3.17). Mõõtmismetoodika on analoogiline ülalkirjeldatuga, kuid normaalseks väljundvõimsuseks võetakse 5 mW. Signaalgeneraatori väljundpinge järgi saadakse tundlikkus kas mV/m või μV/m.

Selektiivsus naaberkanali suhtes väljendub signaali nõrgenemisena 10-kilohertsise kõrvalehäälestuse korral. Mõõtmiseks on vaja peente jaotustega skaalat või nn. skaalaluupi omavat signaalgeneraatorit (näit. tüüp ГСС-6) ja väljundimõõtjat. Kõigepealt määratakse eelmises punktis kirjeldatud viisil kindlaks vastuvõtja tundlikkus (vt. joon. 3.16). Seejärel suurendatakse (või vähendatakse) signaalgeneraatori sagedust 10 kHz võrra ja suurendatakse tema väljundpinget seni, kuni väljundimõõtja näitab endist pinget U_{norm}. Täppishäälestusele vastava sisendpinge ja kõrvalehäälestuse korral esineva sisendpinge suhe, väljendatuna detsibellides (vt. lisa 11) ongi selektiivsus naaberkanali suhtes.

Nagu tundlikkuse mõõtmisel, peab ka selektiivsuse määramisel olema AVR välja lülitatud. Selektiivsust mõõdetakse tavaliselt iga laineastmiku ühel või kahel sagedusel.

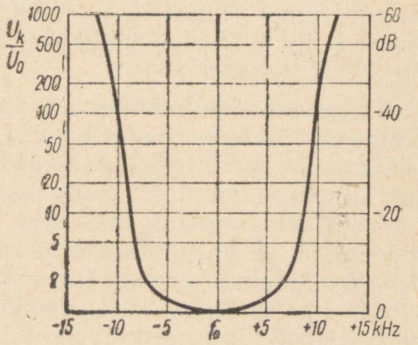
Läbilaskeriba laius ja selektiivsuskõver. Läbilaskeriba laiuse kindlakstegemiseks toimitakse algul nagu tundlikkuse mõõtmisel (vt. joon. 3.16). Kui väljundpinge U_{norm} saamiseks vajalik sisendpinge on välja reguleeritud, suurendatakse signaalgeneraatori väljundpinget sedavõrd, et vastuvõtja väljundpinge kahekordistub, s. t. saavutab väärtuse $2U_{norm}$ (6 dB). Seejärel häälestatakse signaal-

generaatorit resonantsisagedusest algul ühele ja siis teisele poole just nii palju, et väljundimõõtja näitaks esialgset pinget U_{norm}. Vastuvõtja käsitsemisnuppe ei tohi seejuures muidugi keerata. Resonantsisagedusest kõrgema ja madalama kõrvalehäälestussageduse vahet nimetatakse läbilaskeriba laiuseks (tasemel 6 dB).

Kui vastuvõtja ribalaius on reguleeritav, siis tehakse mõõtmised selle regulaatori mõlema piirasendi korral.

Ülevaatlikuma pildi vastuvõtja eraldusvõimest annab vastuvõtja selektiivsuskõver. Selle saamiseks toimitakse algul nagu tundlikkuse mõõtmisel (vt. joon. 3.16), seejärel muudetakse signaalgeneraatori sagedust resonantsisagedusest f_0 ühele ja teisele poole 1- või 2-kilohertsiste astmete kaupa sagedusribas näiteks ± 15 kHz. Igal sagedusel f_k suurendatakse signaalgeneraatori väljundpinget resonantsile vastavast väärtusest U_0 väärtuseni U_k, mille puhul väljundimõõtja näitab resonantsisagedusele vastavat pinget U_{norm}. Igal mõõtmisel arvutatakse kõrvalehäälestus $f_k - f_0$ ja sellele vastav pingete suhe U_k/U_0, mis harilikult väljendatakse destibellides. Nende andmete järgi joonestatakse selektiivsuskõver (joon. 3.18). Ordinaatteljele (püstteljele) võib kanda ka pingete pöördsuhte U_0/U_k, mispuhul saadakse ülespoole pööratud harjaga selektiivsuskõver.

Selektiivsuskõveralt on hõlpus määrata selektiivsust naaberkanali suhtes (kõrvalehäälestusele 10 kHz vastav pingete suhe) ja läbilaskeriba laiust (suhtele 2, s. o. 6 dB vastav ribalaius).



Joon. 3.18. Selektiivsuskõver

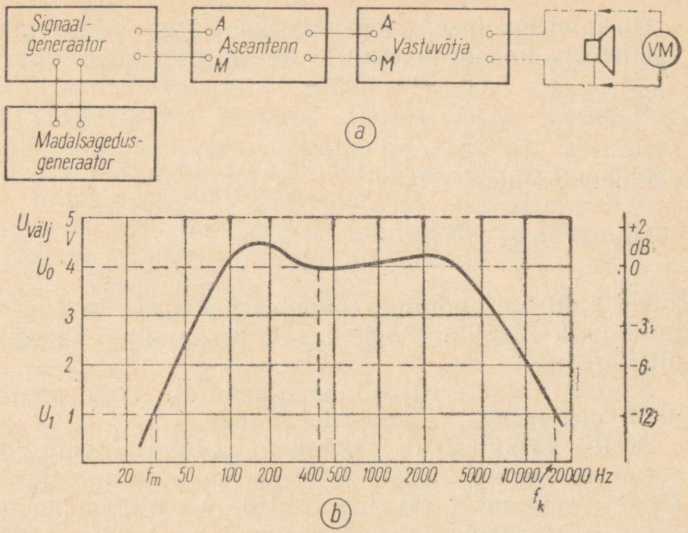
Reguleeritava ribalaiuse korral on vaja üles võtta selektiivsuskõver vähemalt kahes ribaregulaatori asendis (mis valitakse lähedased piirasenditele).

Kui selektiivsuskõver osutub ebasümmeetriliseks või kui kõver on mitmeharjaline, viitab see võnkeringide ebatäpsele häälestusele.

Selektiivsust peegelkanali suhtes mõõdetakse iga laineastmiku kõrgeimal sagedusel, millel ta on kõige väiksem. Mõõtmismetoodika on samasugune kui naaberkanali selektiivsuse määramiselgi, kuid pärast väljundpingele U_{norm} vastava sisendpinge U_0 väljareguleerimist (nagu seda kirjeldati tundlikkuse määramise punktis), häälestatakse signaalgeneraator peegelkanali sagedusele, milleks AM-vastuvõtjates on signaalisagedusest kahekordse vahesageduse võrra kõrgem sagedus. Siis suurendatakse signaalgeneraatori väljundpinge väärtuseni U_p, mille puhul vastuvõtja väljundpinge tõuseb endise väärtuseni U_{norm}. Sisendpingete suhe U_0/U_p, väljendatuna detsibellides, näitabki vastuvõtja selektiivsust peegelkanali kaudu siseneva signaali suhtes.

Selektiivsus vahesageduskanali suhtes on kõige halvem kesklaineastmiku madalamail ja pikalaineastmiku kõrgeimal sagedusel (kui vahesagedus on 465 kHz), millistes punktides seda selektiivsust mõõdetaksegi. Algul määratakse ülalkirjeldatud viisil mõõtesagedusel normaalse väljundpinge U_{norm} saamiseks vajalik sisendpinge U_0 (signaalgeneraatori väljundpinge), häälestatakse siis signaalgeneraator vahesagedusele ja suurendatakse tema väljundpinget väärtuseni U_{vs}, mille puhul väljundimõõtja näitab endist pinget U_{norm}. Pingete suhe U_0/U_{vs} (detsibellides) väljendabki selektiivsust vahesageduskanali kaudu siseneva signaali suhtes.

Ülekandeheaduse kõver näitab vastuvõtja väljundpinge sõltuvust modulatsioonisagedusest ja selle põhjal saab määrata vastuvõtja kõigi astmete poolt põhjustatavat üldist lineaarmoonutust. Selle karakteristiku ülesvõtmiseks on vajalikud signaalgeneraator, madalsagedusgeneraator, aseantenn ja väljundimõõtja, mis ühendatakse joonisel 3.19, *a* näidatud skeemi järgi. Signaalgeneraator ja vastuvõtja häälestatakse resonantsi (harilikult sagedusele 1 MHz). AVR-i välja ei lülitata. Tämbri ja ribalaiuse regulaatorid seatakse kõige laiemale ribale vastavasse



Joon. 3.19. Vastuvõtja ülekandeheaduse karakteristiku mõõteskeem (*a*) ja karakteristik (*b*)

asendisse. Aseantenni kaudu antakse signaalgeneraatorist vastuvõtjasse selle tundlikkusest märgatavalt kõrgem pinge, et elimineerida häirete mõju. Helitugevusregulaatoriga reguleeritakse moduleerimissagedusel 400 Hz välja väljundvõimsus $0{,}25P_{n.välj}$, millele vastab väljundpinge

$$U_{välj} = 0{,}5\sqrt{P_{n.välj}Z_{vh}},$$

kus $P_{n.välj}$ on vastuvõtja nimiväljundvõimsus ja Z_{vh} — valjuhääldaja näivtakistus.

Seejärel muudetakse moduleerimissagedust kesksagedusest (400 Hz) astmeliselt alla- ja ülespoole (näiteks sageduspiirkonnas 20 ... 20000 Hz) ning märgitakse üles igale sagedusele vastav väljundpinge. Modulatsioonisügavus hoitakse kõigil sagedustel võrdne 30%-ga ja kontrollitakse, et vastuvõtja ja signaalgeneraator oleksid kogu aeg täpselt resonantsi häälestatud. Väljundpinge muutused kesksagedusele vastava väljundpinge suhtes võib väljendada detsibellides. Saadud andmete järgi koostatakse graafik (joon. 3.19, *b*).

Ülekandeheaduse karakteristiku järgi saab määrata vastuvõtja lineaarmoonutuse M suhtearvuna

$$M = \frac{U_0}{U_1}$$

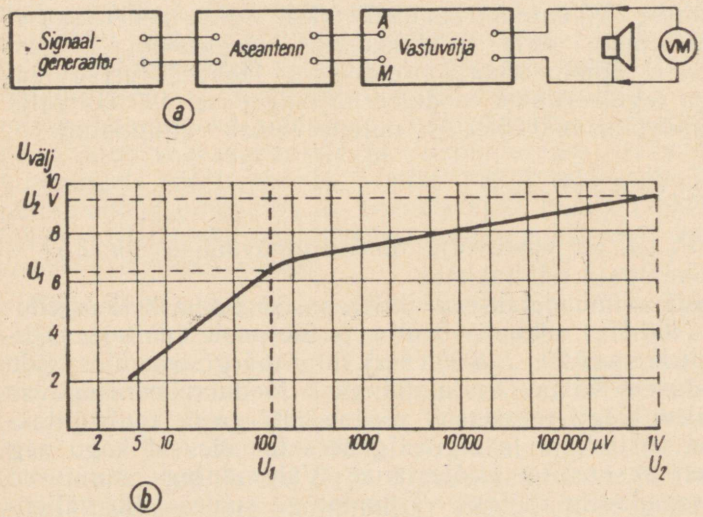
või detsibellides

$$M_{dB} = 20 \lg \frac{U_0}{U_1} \text{ dB},$$

kus U_0 on väljundpinge sagedusel 400 Hz ja U_1 — väljundpinge ettenähtud sagedusala madalaimal (kõrgeimal) piirsagedusel.

Samalt karakteristikult saab määrata kogu vastuvõtja poolt ülekantava sagedusriba laiuse.

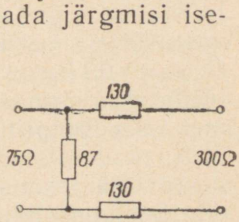
AVR-i karakteristik väljendab vastuvõtja väljundpinge sõltuvust sisendpingest. Mõõteskeem on sama mis tundlikkuse mõõtmisel (vt. joon. 3.16). Aseantenni kaudu antakse signaalgeneraatorist vastuvõtja sisendisse 400-hertsise sagedusega 30% sügavuselt moduleeritud kõrgsage-



Joon. 3.20. Automaatse võimendusregulaatori karakteristiku mõõteskeem (*a*) ja karakteristik (*b*)

duspinge, mille sageduseks tavaliselt valitakse 1 MHz. Kõrgsagedussignaali pinge valitakse algul väike (näit. 10 μV) ja häälestatakse vastuvõtja täpselt signaalgeneraatori sagedusele. Seejärel suurendatakse sisendpinge 0,1 voldini ja helitugevusregulaator seatakse asendisse, mille puhul väljundpinge vastab normaalsele väljundvõimsusele ($0{,}1P_{n.välj}$). Siis vähendatakse sisendsignaali pinget 2-, 5-, 10-, 20- jne. kordselt kuni vastuvõtja tundlikkusele vastava väärtuseni ning märgitakse iga kord üles vastuvõtja väljundpinge. Saadud andmete järgi koostatakse graafik, millel sagedusi väljendatakse logaritmilises mõõtkavas (joon. 3.20). Saadud kõveral on harilikult ilmne murdekoht, mis vastab AVR-i toime algusele. Tähistades murdekohale vastava sisendpinge U'_1 ja kõvera lõpule vastava pinge U'_2 ning vastavad väljundpinged U''_1 ja U''_2, saab välja arvutada AVR-i efektiivsuse, s. o. sisendpinge suhtelisele suurenemisele vastava väljundpinge suurenemise. Suhted U'_2/U'_1 ja U''_2/U''_2 väljendatakse enamasti detsibellides (vt. lisa 11). Sel puhul näidatakse, mitme detsibelli võrra suureneb väljundpinge sisendpinge muutumisel näiteks 60 dB võrra (100 000/100 = 1000 korda).

FM-vastuvõtjate iseloomustussuurused määratakse põhiliselt samal viisil kui vastavad AM-vastuvõtjate iseloomustussuurused. Seejuures tuleb silmas pidada järgmisi ise-



Joon. 3.21. Sobituslüli üleminekuks takistusel 75 Ω takistusele 300 Ω

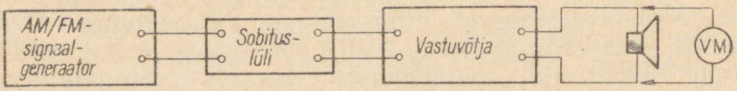
ärasusi. Kui signaalgeneraatori väljundtakistus võrdub vastuvõtja ULL-bloki sisendtakistusega, siis ühendatakse signaalgeneraator vastuvõtja sisendiga sama lainetakistust omava kaabli abil vahetult, ilma aseantennita. Nende takistuste erinemisel tuleb signaalgeneraatori ja vastuvõtja vahele ühendada takistuste sobituslüli. 75-oomise väljundtakistuse sobitamiseks 300-oomise sisendiga kasutatakse joonisel 3.21 näidatud seadist, mis koosneb aktiivtakistitest.

Mõõtmised, mis amplituudmodulatsiooni puhul tehakse

modulatsioonisügavusel 30%, viiakse sagedusmodulatsiooni korral läbi deviatsiooniga ±15 kHz. ULL-trakti normaalseks modulatsioonisageduseks on 1000 Hz. Naaberkanaliks loetakse ULL-astmikus sagedus, mis erineb vastuvõetavast 250 kHz võrra.

FM-vastuvõtjate spetsiifiliseks iseloomustussuuruseks on parasiitse amplituudmodulatsiooni allasurumise määr. See suurus iseloomustab vastuvõtja häirekindlust ja näitab, mitu korda on vastuvõtja tundlikkus AM-signaalile väiksem kui FM-signaalile.

Mõõtmiseks on vaja amplituud- ja sagedusmodulatsiooniga signaalgeneraatorit ja väljundimõõtjat (joon. 3.22).



Joon. 3.22. Parasiitse amplituudmodulatsiooni allasurumise määra mõõteskeem

Signaalgeneraator ja vastuvõtja häälestatakse resonantsi, lülitatakse sisse sagedusmodulatsioon (sagedusdeviatsioon ± 15 kHz, modulatsioonisagedus 1000 Hz) ja reguleeritakse signaalgeneraatori väljundpinge selliseks, et vastuvõtja arendaks normaalsele väljundvõimsusele $P_{norm} = 0{,}1P_{n.välj}$ vastavat väljundpinget U_{norm}. Seejärel lülitatakse signaalgeneraatoris sagedusmodulatsiooni asemel sisse amplituudmodulatsioon (modulatsioonisügavus 30%, modulatsioonisagedus 1000 Hz) ja häälestatakse vastuvõtja resonantsisagedusest kõrvale ± 50 kHz ulatuses. Seejuures esinev kõrgeim väljundpinge U_{kh} märgitakse üles. Väljundpingete suhe U_{norm}/U_{kh} (detsibellides) väljendabki parasiitse amplituudmodulatsiooni allasurumise määra.

4. peatükk

RAADIOVASTUVÕTJA ÜKSIKOSADES ESINEVAID VIGU

4.1. ELEKTRONLAMPIDE JA POOLJUHTDIOODIDE KONTROLLIMINE

Lampide rikkeid ja nende avastamine. Suurem osa rikkeid raadiovastuvõtjates on tingitud vigastest ja vananenud elektronlampidest. Lampide põhilisteks defektideks on nende emiteerimisvõime vähenemine või kadumine, vaakuumi halvenemine ja kütteniidi katkemine. Ka elektroodidevaheline lühis on tihti lambi rikke põhjuseks.

Lampide kontrollimise põhilisteks moodusteks on nende väline ülevaatus, asendamine uutega või samatüübiliste lampide vastastikune ümberpaigutamine.

Välist ülevaatust saab rakendada klaaskestaga lampide juures. Kui nende lampide kütteniit on korras, siis paistab läbi klaaskesta katoodi tume kirsipunane helendus. Kahe eraldi katoodiga lampidel (6Н2П, 6Н8С) on näha mõlema katoodi helendus.

Võimsamate elektronlampide anoodi läheduses tekkiv sinakasvioletne helendus elektroodide vahel on normaalne nähtus. Kui aga see helendus elektroodide vahel laiub üle kogu kesta, siis on lamp kaotanud osaliselt vaakuumi. Anoodi punetamine või sädelemine elektroodide vahel viitab nii lambi mittekorrasolekule kui ka defektidele skeemis. Vaakuumi täielikul riknemisel omandab tume peegelkate lambi klaaskestal piimja värvuse.

Metall-lampide seisukorda saab kindlaks teha nende kestade temperatuuri järgi, mis tavaliselt kuumenevad oma normaalse temperatuurini 3...4 minuti jooksul pärast raadiovastuvõtja sisselülitamist. Kui nüüd sõrmega puudutamisel selgub, et lamp on külm, siis on ta kütteniit

läbi põlenud. Kui kütteniit on korras, kuid lamp ei lähe kuumaks, vaid jääb vaevalt leigeks, on põhjuseks anoodpinge puudumine sellel lambil.

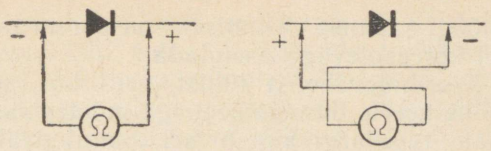
Lampide välisel ülevaatusel tuleb samuti kontrollida, kas lambid asetsevad küllalt tihedalt oma pesades. Selleks peab lampe kergelt kõigutama ja vajutama allapoole.

Kui välise ülevaatuse teel ei õnnestu rikkis lampi kindlaks määrata, siis tuleb kasutada asendamismeetodit. Sel juhul asendatakse kahtlane lamp korrasolevaga. Vastuvõtja töölehakkamisega ongi vigane lamp leitud.

Raadiovastuvõtjates esineb oma konstruktsioonilt mitmesuguseid elektronlampe. Lampide asendamisel tuleb jälgida, et nende kontaktjalad satuksid lambipesa vastavatesse kontaktidesse. Vanematüübilistel, oktaalsokliga lampidel on soklil keelega juhtvõti, mis lubab lampi pessa paigutada ainult ühes, s. o. õiges asendis. Sõrmlampidel on kas 7 või 9 kontaktjalga, mis paiknevad ringjoonel võrdsete vahedega, välja arvatud üks suurem vahe, mille järgi saabki neid lampe õigesti pessa asetada. Kuna sõrmlampidel ei ole soklit, siis väljuvad nende traadist kontaktjalad vahetult lambi klaaspõhjast. Seepärast tuleb nende lampide paigutamisel pesadesse või sealt väljavõtmisel olla ettevaatlik, et lambi klaaspõhi ei puruneks.

Lampide proovimisel tuleb arvestada nähtust, et kaudselt köetavatel lampidel on mõnikord isolatsioonitakistus katoodi ja kütteniidi vahel väike, või ta muutub selleks, kui lamp on teatud aja kuumenenud. Nimetatud vea tõttu suureneb lambi anoodvool ning langeb ta anoodpinge (eelpingestamisel katoodringi ühendatud takisti abil). Selle tulemusena lamp kuumeneb ülemäära ja heli on moonutatud. Seepärast ei ole lambi proovimisel ülearune kontrollida ka kütteniidi ja katoodi vahelist isolatsioonitakistust. Viimase suuruse määramiseks võib kasutada huumlampindikaatorit. Kui proovimisel huumlambi elektroodide vahel tekib roosakas helendus, on kütteniidi ja katoodi vaheline isolatsioonitakistus puudulik.

Pooljuhtdioodid. Pooljuhtdioodide peamisteks riketeks on katkestus või lühis. Korrasolekut kontrollitakse oommeetri abil päri- ja vastutakistuse mõõtmisega, kusjuures dioodi üks ots lahutatakse montaažist (joon. 4.1). Punktdioodid (Д1А, Д9Ж) on töökõlblikud, kui nende vastutakistus on 0,5...1 MΩ ja päritakistus 80...150 Ω.



Joon. 4.1. Pooljuhtdioodi korrasoleku kontrollimine oommeetriga

Pinddioodide (ДГ-Ц27, Д7Г) vastutakistus on 60 . . . 400 kΩ ja päritakistus 6 . . . 10 Ω.

4.2. MUUDES ÜKSIKOSADES ESINEVAID VIGU

Toitetrafo. Võrgutoiteossa kuulub tähtsama elemendina toitetrafo, mille juures esinevad enamasti järgmised rikked:

mõnest mähisest väljuv ühendusjuhe on katkenud;
alumisest mähisest on mõni keerd või alumine kiht terviklikult ühenduses südamikuga;
mingis mähises esinevad lühiskeerud.

Kui mõnest mähisest väljuv ühendusjuhe on katkenud, siis vastuvõtja ei tarbi võrgust võimsust (või tarbib osaliselt) ja vaikib täiesti. Sel juhul on otstarbekas jälgida toitetrafost väljuvaid mähiste otsi ja nende jooteid. Väga sageli peitub viga nimelt halbades jootekohtades. Et toitetrafodel asetseb primaarmähis tavaliselt all, s. o. südamiku lähedal, siis võib puuduliku isolatsiooni tõttu tekkida selle mähise lühis südamikuga. Eriti esineb see omatehtud poolikehade juures, kui nende valmistamiseks ei ole kasutatud vastupidavat materjali ja kui nad on nurkadest kumerad. Sel puhul viimaste trafoplekkide asetamisel poolikehasse võivad need lõigata kitsa poolikeha kumera nurga läbi ning ühenduda primaarmähise alumise kihi keerdudega. Kui plekk puudutab tervet mähisekihti, on see trafo kõlbmatu, sest ta kuumeneb kuni isolatsiooni läbipõlemiseni. Puudutab aga plekk ühte või paari keerdu ja kui trafo tühijooksul ei kuumene, võib teda ajutiselt kasutada. Tuleb aga arvestada, et sellise trafo puhul on vastuvõtja šassii maanduse suhtes pingestatud, mispärast elekt-

rilöögi saamise vältimiseks on parem ta esimesel võimalusel korrasolevaga asendada.

Keerdudevahelist lühist, eriti kui see hõlmab ainult mõne keeru, on oommeetriga mõõtes raske määrata. Paremaid tagajärgi annab sel puhul trafo tühijooksuvoolu mõõtmine. Normaalne tühijooksuvool on sõltuvalt trafo võimsusest 60 ... 150 mA. Samuti on lühiskeerdude olemasolu tunnuseks trafo ülemäärane kuumenemine.

Kui vastuvõtjas asendatakse toitetrafo uuega, peab viimane oma elektrilistelt andmetelt olema sarnane endisega. See on eriti kehtiv sekundaarmähise anood-vahelduvpinge ja sama mähise lubatud koormusvoolu kohta. Kui asendamiseks ei ole võimalik saada endisega samatüübilist trafot, peab silmas pidama järgmist:

liiga madal anoodpinge põhjustab vastuvõtja väljundvõimsuse ja tundlikkuse langust;

liialt kõrgeid anoodpingeid on võimalik vältida, kui ühendada alaldi silumisfiltri paispooliga järjestikku pingelangetustakisti, mille suurus arvutatakse Ohmi seadusega vastavalt ettenähtud pingelangule ja seda takistit läbivale voolule. Selle takisti suurust on võimalik määrata ka katselisel teel.

Pärast toitetrafo asendamist teisetüübilisega peab mõõtma vastuvõtja üldanoodpinget ning võrdlema seda vastuvõtja kirjelduses antuga.

Silumispaispool. Silumisfiltri raudsüdamikuga madalsagedus-paispoolis võivad esineda järgmised vead:

paispooli mähises on katkestus;

mähise mõni keerd on ühendunud südamikuga;

mähises esinevad lühiskeerud.

Kui katkestuskoht asetseb mähise sees, tuleb traat selle kohani maha kerida, katkenud traat jootmise teel jätkata ning mähis uuesti peale kerida.

Juhul kui mähise mõni keerd puutub kokku südamikuga, on anoodvooluring kas täielikult või osaliselt lühistatud. Vea avastamiseks tuleb paispooli mõlemad otsad lahti joota ja kontrollida mähise ning kere vahelise isolatsiooni headust kas huumlampindikaatoriga või oommeetriga. Vea leidmise järel keritakse mähis maha, tugevdatakse poolikeha isolatsiooni ning sama traadiga keritakse mähis hoolikalt tagasi. Kui seejuures selgub, et traadi isolatsioon on mõnest kohast rikutud, tuleb need kohad isoleerida kondensaatoripaberiga.

Paispooli lühiskeerud, kui need on kõrvuti või kahe teineteise peal asetseva kihi vahel, ei vähenda nimetamisväärselt pingelangu. Küll aga suureneb lühiskeerdudega paispooli tõttu alaldatud pinge pulsatsioon, mis tekitab vastuvõtjas võrgumüra. Lähiskeerdudega paispool tuleb asendada uuega või juhul, kui mähisetraadi isolatsioon ei ole eriti kannatanud, ümber mähkida. Uus paispool peab olema samade elektriliste suurustega, s. o. sama takistuse ja induktiivsusega kui asendatavgi. On uus paispool suurema aktiivtakistusega kui endine, põhjustab see anoodpinge madaldumist, kuna väiksema takistusega paispooli tõttu võib anoodpinge tõusta liiga kõrgeks. Kõrge anoodpinge võib madaldada vajaliku väärtuseni vastava suurusega takisti abil, mis ühendatakse paispooliga järjestikku. See takisti peab aga olema kondensaatoriga šunditud, sest vastasel korral väheneb paispooli induktiivsus, mis omakorda kutsub esile alaldatud pinge pulsatsiooni tõusu ja koos sellega võrgumüra suurenemise vastuvõtjas.

Väljundtrafo. Väljundtrafos võivad esineda järgmised vead:

trafo primaarmähises on katkestus;
primaarmähises esinevad lühiskeerud;
primaarmähis on ühenduses sekundaarmähisega;
primaarmähise alumine kiht on ühendatud südamikuga.

Väljundtrafo primaarmähise katkestust on võimalik avastada oommeetri abil, mis ühendatakse nimetatud mähisega rööbiti.

Väljundtrafo primaarmähise lühiskeerdude avastamiseks saab kasutada oommeetrit, mis ühendatakse rööbiti primaarmähisega. Saadud mõõtetulemust võrreldakse tehase poolt primaarmähise kohta antud takistuse suurusega. Et väljundtrafo primaarmähise takistus on suhteliselt suur (200 ... 600 Ω), siis oommeetriga mõõtmisel ei saa teha kindlaks keerdudevahelist lühist. Küll aga annab nimetatud mõõtmine tulemusi, kui lühis on tekkinud mähise kihtide vahel.

Väljundtrafo primaarmähise keerdudevahelist lühist on võimalik avastada järgmiselt. Trafo monteeritakse vastuvõtjast lahti ning ta primaarmähis ühendatakse 220-V vahelduvvooluvõrku. Lühiskeerdudega trafo kuumeneb sel puhul lühikese aja jooksul. Kui trafo on juurdepääsetav, nii et on võimalik ta kuumenemist käega kontrollida, siis pole muidugi tarvidust teda vastuvõtjast välja võtta. Trafo

külge tulevad montaažijuhtmed peab aga ka sel puhul lahti jootma.

Lühiskeerdude kindlakstegemiseks võib kasutada ka asendusmeetodit, mispuhul kahtlustatava trafo asemele ühendatakse samatüübiline korras väljundtrafo.

Trafo primaarmähise lühist südamikuga või sekundaarmähisega on võimalik kindlaks teha huumlampindikaatoriga või oommeetriga.

Valjuhääldaja. Valjuhääldaja põhilised vead avalduvad järgmiselt:

heli üldse puudub;

heli on nõrk;

heli on moonutatud või kliriseb.

Juhul kui valjuhääldaja täielikult vaikib, tuleb kõigepealt kontrollida, kas üks võnkepooli painduvatest juhtmetest pole katkenud.

Valjuhääldaja tuimaks muutumise põhjuseks võivad olla võnkepooli painduvad ühendusjuhtmed, kui suurem hulk nende kiududest on katkenud. Nimetatud põhjusel suureneb ühendusjuhtmete takistus, mis piirab võnkepooli helisageduslikku voolu.

Üheks valjuhääldaja veaks, mis põhjustab nõrka heli ja halba helikvaliteeti, on võnkepooli allavajumine. Seda defekti on võimalik valjuhääldajat lahti monteerimata kõrvaldada enamikul juhtudel järgmiselt: sobiva paksusega paberist või filmilindist lõigatakse 5...8 mm laiused ja ligikaudu 50 mm pikkused ribad, mis asetatakse ühtlaste vahedega magnetsüdamiku (võnkepooli sees oleva silindri) ja võnkepooli vahele vähemalt nelja kohta. Sellega tõstetakse membraan koos võnkepooliga oma õigesse asendisse (soovitav isegi veidi kõrgemale). Järgnevalt niisutatakse leige veega ühtlaselt membraani lainelist serva, kusjuures tuleb vältida vee sattumist võnkepooli õhupilusse. Pärast membraani paaritunnist kuivamist võetakse õhupilust paberi- või filmiribad välja ning valjuhääldaja on jälle töökorras.

Täpsemaid töid on valjuhääldaja võnkepooli tsentreerimine. Selleks vabastatakse kõigepealt tsentreerija kinnituskruvid ning südamiku ja võnkepooli siseseina vahele asetatakse ühtlaste vahedega vähemalt neli 5...8 mm laiust ja 50 mm pikkust joonestuspaberi- või filmiriba, mille paksus peab olema selline, et võnkepooli oleks võimalik veel ilma jõudu kasutamata liigutada. Seejärel kinnitatakse

tsentreerija kruvid ning eemaldatakse õhupilust paberi- või filmiribad. Seejärel peab valjuhääldajat proovima. Kui esimene tsentreerimine ei õnnestunud, tuleb seda kirjeldatud viisil korrata.

Häid tulemusi annab ka teine tsentreerimisviis. Selle kohaselt vabastatakse jällegi tsentreerija kruvid ning võnkepooli mähis ühendatakse järjestikku 15 ... 25-W valgustuslambiga vahelduvvooluvõrku. Võnkepooli läbiva vahelduvvoolu mõjul tekib temas vahelduv magnetväli, mis koosmõjus valjuhääldaja püsiva magnetväljaga paigutab võnkepooli täpselt õhupilu keskele. Järgnevalt kinnitatakse tsentreerija kruvid ning sellega on töö lõpetatud.

Nõrga ja moonutatud heli põhjustajaks on sageli võnkepooli lahtised keerud. Sellisel juhul tuleb valjuhääldaja membraan kere küljest eraldada ning katta võnkepooli lahtised keerud kiiresti kuivava liimi, näiteks nitrolaki õhukese kihiga. Ka kõlbab selleks otstarbeks universaalliim БФ-2, kuid ta kuivab kauem.

Valjuhääldaja membraani väikesed mõrad on kergesti parandatavad. Vastavalt mõra iseloomule, suurusele ja kujule lõigatakse õhukesest paberist riba, mis liimitakse mõrale nii, et see jääks pabeririba keskele. Teine viis mõra parandamiseks on ta kinniõmblemine. Selleks vajatakse hästi peent õmblusnõela ja vastavat niiti, millega mõra küljed ühendatakse ristpiste abil. Membraani õmmeldud koha katteks, samuti pabeririba liimimiseks on soovitav kasutada kummiliimi.

Püsikondensaatorid. Elektrolüütkondensaatorite vead avalduvad põhiliselt nende lühistumises või mahtuvuse kaotamises. Nende korrasolekut võib kontrollida oommeetri abil, millel lülitatakse sisse oommeetri maksimaalne mõõtepiirkond. Kui kondensaator on korras, siis kondensaatori ühendamisel oommeetriga kaldub mõõteriista osuti järsku nulli suunas ja hiljem liigub aeglaselt tagasi mingi takistuse näidule. Kui aga mõõteriista osuti elektrolüütkondensaatori ühendamisel näitab kohe mingit takistust ilma osuti järsu hüppeta laengu arvel, näitab see, et kondensaator ei oma mahtuvust (elektrolüüt on kuivanud). Korras kondensaatori puhul peavad eri polaarsustele vastavad takistused teineteisest märgatavalt erinema.

Lühises oleva kondensaatori puhul paikneb oommeetri osuti kas nullil või selle läheduses.

Elektrolüütkondensaatori korrasolekut saab samuti kont-

rollida sädeme abil. Selleks eraldatakse kondensaator montaažist ning ühendatakse 1 ... 2 sekundiks alalisvooluallikaga (võrgualaldi), mille väljundpinge peab olema madalam kondensaatori tööpingest. Kui kondensaator on korras, siis tema kontaktide lühistamisel (pärast vooluallika väljalülitamist) tekib säde. Mida suurem on kondensaatori mahtuvus ja mida väiksem on nn. lekkevool, seda kauem säilitab ta laengu.

Vilk-, paber- ja keraamiliste kondensaatorite põhilisteks vigadeks on lühis, dielektriku juhtivus ja katkestus.

Nende kondensaatorite korrasolekut saab kontrollida oommeetriga, huumlampindikaatoriga (toide alalisvooluallikast) või vastava prooviseadmega, mille kirjeldus ja kasutamine on toodud mõõteseadmete peatükis.

Rikkis kondensaatori (ka elektrolüütkondensaatorid) avastamiseks võib rakendada asendusmeetodit. Selleks valitakse vajaliku mahtuvusega ja tööpingega korras kondensaator, mis ühendatakse rööbiti kahtlustatava kondensaatoriga (kui kontrollitav kondensaator on mahtuvuse kas osaliselt või täielikult kaotanud).

Pöördkondensaator. Vastuvõtja pöörd- ehk häälestuskondensaatoris võivad tekkida järgmised vead:

rootori ja staatori plaatide vahel on lühis;

rootori ja kondensaatori maandatud kere vahel on puudulik kontakt;

plaatide vahed on tolmunud;

staatori tugiisolaatorid on mustunud.

Plaatidevahelise lühise kindlakstegemiseks silmaga vaatlemisel on soovitav kasutada järgmist moodust. Laualambilt suunatakse valgus valgele paberile. Kontrollitav pöördkondensaator asetatakse nii, et paberilt peegelduv valgus kulgeks selle plaatide vahede kaudu silma. Kokkupuutekohad on nüüd selgesti nähtavad. Kui kondensaatori konstruktsiooni tõttu pole võimalik plaatide vahelt läbi vaadata, saab lühist kindlaks teha oommeetriga, huumlamp- või hõõglampindikaatoriga. Eelnevalt tuleb pöördkondensaatori staatori ühendused montaažist lahti joota.

Plaatide kokkupuute koha täpsemaks kindlaksmääramiseks on soovitav kasutada 6- või 12-voldist autolampi ja vastavapingelist toitetrafot, mis ühendatakse kondensaatoriga järjestikku. Kondensaatori rootori pööramisel tekib sel puhul plaatide lühisekohal sädelemine ning samal ajal süttib ka lamp põlema. Pärast lühisekoha avastamist tuleb

vea kõrvaldamiseks õhukese noa abil ettevaatlikult painutada rootori plaate.

Rootori puudulik maandus kutsub vastuvõtja häälestamisel esile raginaid, eriti lühilainel. Sellist viga tekitavad rootori mustunud ja väljapaindunud maandusvedrud. Viimaste kordaseadmiseks tuleb nad algul puhastada bensiiniga, anda neile suurem paine ja määrida õhukeselt vaseliin- või kondiõliga. Samuti tuleb puhastada bensiiniga ja määrida õliga ka rootori võllil vedrude kontaktteed.

Kondensaatori plaatide vahele kogunenud tolm ja mustus võivad vastuvõtjas tekitada raginatena väljenduvaid häireid. Tolmu saab plaatide vahelt kõrvaldada paberiribade abil.

Pöördkondensaatori staatori mustunud isolaatorid tekitavad võnkeringis kadusid, mistõttu väheneb vastuvõtja tundlikkus, eriti lühilaine kõrgematel sagedustel. Staatori isolaatorid puhastatakse tiku otsa asetatud vatitopiga, mis on immutatud aviobensiini või atsetooniga.

Püsitakistid. Püsitakistite peamiseks veaks on katkestus või takistuse suurenemine (masstakistitel). Mõnikord on selliseid rikkeid võimalik kindlaks teha välise vaatlusega. Kui takistit kattev värv on pruunistunud või on tema pinnal näha valgeid täppe või spiraalseid rõngaid, on takisti osaliselt või täielikult rikkis. Takistite korrasolekut ja nende takistust on võimalik kontrollida oommeetri abil. Selleks tuleb eelnevalt kontrollitava takisti üks ots montaažist lahti joota.

Potentsiomeetrid. Potentsiomeetri kõige sagedamaks veaks on takistuskeha pinna mustumine või kulumine. Mõlemal juhul on võimalik seesugust potentsiomeetrit korrastada. Selleks tuleb kõigepealt ta metallkate ära võtta, et võimaldada ligipääsu takistuskehale ja liugkontaktile. Mustunud takistuskeha puhastamiseks kasutatakse aviobensiini, millega immutatakse tiku otsa asetatud vatitopp. Selle topiga hõõrutakse takistuskeha pind mitu korda üle. Pärast puhastamist on soovitav takistuskeha katta õhukese vaseliinõli kihiga. Viimane väldib takisti pinna kiiret kulumist ning liugkontakti vahele mustuse tekkimist.

Kontakthari (liugkontakt) kulutab sageli takistuskehasse vao, mis kohati ulatub kuni isoleerainest aluseni. Selline potentsiomeeter on tüüpiline raginate, hüppelise helitugevuse ja katkelise heli tekitaja. Nimetatud veaga potentsiomeetri parandamiseks tuleb ta harja vedru pai-

nutada nii, et hari liiguks takistuskehal uut, kulumata teed pidi.

Lainelüliti. Lainelülitis esineb mitmesuguseid rikkeid, mis põhjustavad häireid, nõrka vastuvõttu ja sageli selle täielikku puudumist.

Lainelülitis võivad põhiliselt esineda järgmised vead:
kontaktid on mustunud,
kontaktide surve on puudulik.

Kuna lainelüliti on võnkeringi üksikosaks, siis ta oksüdeerunud, nõrga survega või täiesti väljapaindunud kontaktid suurendavad võnkeringi sumbumist või tekitavad selles täieliku katkestuse.

Mustuse kõrvaldamiseks kontaktidelt kasutatakse aviobensiini (välja arvatud raadiovastuvõtjas «Tsintars» ja radioola «Sakta», sest siin lainelüliti liikuvate kontaktide alus bensiini toimel laguneb) või tetrakloorsüsinikku, mida silmapritsi või süstla abil tilgutatakse lainelülitj kontaktidele. Seejuures tuleb ketaslülitit palju kordi keerata edasi-tagasi äärmiste asendite vahel, et kontaktide puhastamine toimuks ka mehaaniliselt. Sama moodust kasutatakse ka klahvlülitite puhul. Siin tilgutatakse bensiini või tetrakloorsüsinikku kahele naabruses olevale kontaktide reale ja vajutatakse samaaegselt vaheldumisi neile kuuluvatele klahvidele. Tugevasti oksüdeerunud kontaktide puhastamiseks võib asetada karedamast kirjutuspaberist väljalõigatud riba lüliti liikuvate ja paigalseisvate kontaktide vahele. Pabeririba edasi-tagasi liigutamisega puhastatakse kontaktide pinnad. Pärast kontaktide puhastamist paberiga peab neid veel kord tetrakloorsüsiniku või bensiiniga üle pesema. Puhastatud kontaktid kaetakse vaseliin- või kondiõli õhukese kihiga, mis kaitseb neid edaspidise kiire oksüdeerumise eest.

Lainelüliti vedrukontaktide surve nõrgenemisel esinevad vastuvõtjas samasugused vead kui kontaktide mustumiselgi. Pärast bensiiniga puhastamist tuleb pintsettide ja naaskli abil neid vedrukontakte painutada nii, et nende surve suureneks. See töö nõuab teatud vilumust ega anna seepärast alati soovitud tulemusi.

Ketas-lainelülitite juures võib esineda ka puhtmehaanilisi vigu. Nii näiteks võib olla välja paindunud fiksaatori keel, mistõttu mitmekettalisel lülitil liikuvad kontaktid ei asetu kohakuti paigalseisvatega. See viga on avastatav

silmaga ja kergesti kõrvaldatav fiksaatori keele õigesse asukohta painutamisega.

Võnkeringide poolid. Vastuvõtja sisend-, ostsillaatori- või vahesagedus-võnkeringide poolide juures esineb sageli vigu, mis põhjustavad vastuvõtja vaikimist või ta helitugevuse langust ühel või ka mitmel laineastmikul. Tuleb eristada rikkeid pooli mähises ja rikkeid poolikeha ning kõrgsagedus-raudsüdamiku juures.

Pooli mähise juures võib avastada järgmisi vigu:
katkestus;
lühis;
halvad jootekohad.

Kui oommeetriga mõõtmisel selgus, et poolis on katkestus, kontrollitakse hoolikalt pooli otsi ja nende jooteid, sest sageli peitub rike just siin.

Väikese keerdude arvuga poolide juures (lühilainepoolid) on katkestuskoht kergesti leitav. Mõnikord esineb poolis seesugune katkestus, et pool tuleb uuesti mähkida. Sel puhul peab eriti ostsillaatoripoolide keerdude samm (keerdude vahe) olema sama mis vanal poolil. Vastasel korral ei ole vastuvõtja skaala sellele märgitud saatjate või sageduste suhtes õige.

Kui kesk- või pikklainepoolides on katkestus, tuleb kõik keerud kuni katkestuseni maha kerida ja pärast pooli traadi kokkujootmist uuesti peale kerida.

Nõrka heli ja vastuvõtja tundlikkuse langust võivad põhjustada ka vigased vahesagedus-võnkeringide poolid. Juhul kui need on keritud kõrgsageduslitsest, võib esineda viimase üksikute kiudude katkemist kas pooli sees või sagedamini selle otste jootekohtades.

Kõrgsageduslitse kiudude katkemist on võimalik kindlaks teha oommeetri abil, millega mõõdetakse kõigi ühesuguse keerdude arvuga poolide takistust. Kui näiteks seesugusel mõõtmisel kolme pooli takistus on 5 Ω ja ühe pooli takistus 6 Ω, siis on ilmne, et viimane pool on defektne ja tuleb võtta lähemale vaatlusele.

Sellise vea kõrvaldamiseks (kui kõik kiud pole ühendatud jootega) tuleb kõrgsageduslitse jootekoha läheduses lõigata läbi nii, et kõik ta kiud oleksid lõikekohas olemas. Seejärel eraldatakse ühine siidisolatsioon, keeratakse kiud kokku ja kuumutatakse piiritusleegil ning pistetakse kiiresti piiritusse või denaturaati. Pärast seda kaetakse

juhtme puhastatud ots piirituses lahustatud kampoliga ja joodisega ning joodetakse vajalikku kohta.

Emailisolatsiooniga täistraadist poolides võivad tekkida keerdudevahelised lühised, mis vähendavad vastuvõtja tundlikkust ja selektiivsust. Neid poole on võimalik kontrollida oommeetriga (parem mõõtesillaga) nende takistuse mõõtmise teel. Saadud mõõtetulemusi võrreldakse seejärel tehase andmetega.

Polüstüroolist poolialuste väikese mehaanilise tugevuse tõttu rikneb mõnikord nende keere. Sel puhul tuleb südamiku ja poolialuse vahele asetada õhuke riideriba või sobiva jämedusega niit.

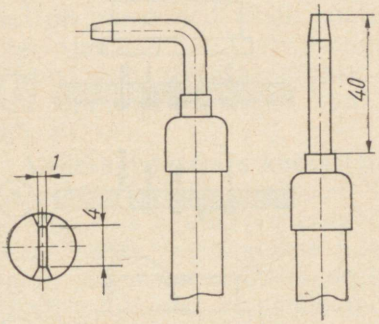
Kui on rikutud südamiku keere, siis ei püsi südamik samuti paigal, mistõttu ostsillaatoripooli puhul saatjad nihkuvad õigest kohast kõrvale. Sisendvõnkeringi pooli puhul võib kohaltnihkunud südamik põhjustada nõrka vastuvõttu laineastmiku pikematel lainetel. Selline viga on parandatav ainult südamiku asendamisel korrasolevaga.

4.3. TRÜKKMONTAAŽI REMONTIMINE

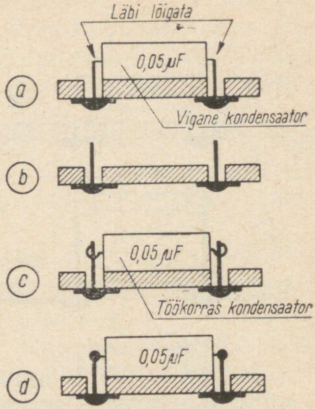
Üldist. Peale tavaliste defektide (halvad kontaktid, lühised) esineb trükkmontaažis spetsiifilisi rikkeid, näiteks voolu juhtivate ribade katkestused väljundkontaktide ja detailide juures, läbipõlemised ja ülelöögid trükiribade vahel.

Järgnevas kirjeldatakse tähtsamate kõlbmatuks muutunud üksikosade asendamist uutega ning mõrade kõrvaldamist voolu juhtivates ribades, kuid enne seda selgitatakse mõningaid jootetehnika iseärasusi.

Jootevahendid ja jootmine. Trükimontaaži jootmisel on otstarbekohane kasutada elektritõlvikut võimsusega 35... ...50 W, mille tera kuju ja esiosa mõõtmed on toodud joonisel 4.2. Joodistest on sobivaim ПОС-61, mis koosneb 61 protsendist tinast ja 39 protsendist pliist. Selle joodise sulamistemperatuur on 240° C. Joodis ПОС-61 jätab jahtunult jootekohale ilusa, läikiva ja mitteoksüdeeruva pinna. Räbustina tuleb kasutada kampolit. Kõik teised, nn. happelised räbustid (mis sisaldavad tsinkkloriidi) montaažis esinevate üksikosade külgejootmiseks ei kõlba, sest nad tekitavad jootekohas korrosiooni, mille tagajärjel vask muutub roheliseks.



Joon. 4.2. Jootetõlviku tera kuju ja esiosa mõõtmed



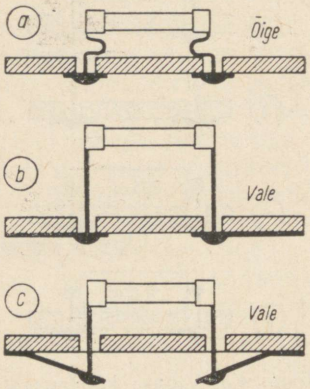
Joon. 4.3. Vigase kondensaatori asendamine uuega

Jootmine ei tohi kesta trükkmontaaži puhul üle 3...4 sekundi, sest pikemaaegsel kuumutamisel kooruks õhuke vaskplekk getinaksplaadilt lahti.

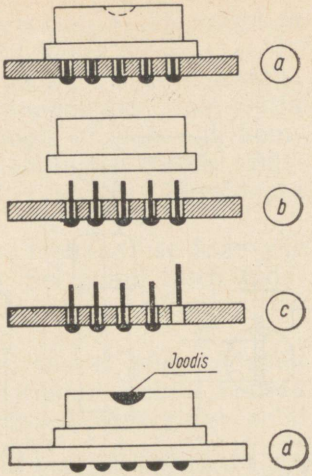
Vigase takisti (kondensaatori) asendamine. Selleks lõigatakse takisti ühendustraatide või -ribade küljest lahti (joon. 4.3, *a*), õgvendatakse getinaksplaadi külge jäänud otsad ja puhastatakse need noa või kaabitsa abil metalliläikeni (joon. 4.3, *b*). Uue, töökorras takisti ühendustraadid lühendatakse vajaliku pikkuseni, puhastatakse ja painutatakse pintseti abil nende otsad öösideks (joon. 4.3, *c*), mis asetatakse trükkmontaažist väljaulatuvate kontaktide külge (joon. 4.3, *b*). Järgnevalt viiakse jootekohtadele räbustit ja teostatakse joode (joon. 4.3, *d*).

Juhul kui takisti (kondensaatori) ühendustraadid on liiga lühidalt kinnitatud trükkmontaažile, eraldatakse nad sellest jootmise teel. Uuega asendamisel tuleb takisti ühendustraatidele anda joonisel 4.4, *a* näidatud kuju ja joota trükkplaadi külge nii, et takisti jääb ühendustraadiga plaadile toetuma. Joonisel 4.4, *b* näidatud viisil ei või takistit ühendada, sest sel puhul võivad plekiribad isoleermaterjalist lahti kooruda (joon. 4.4, *c*).

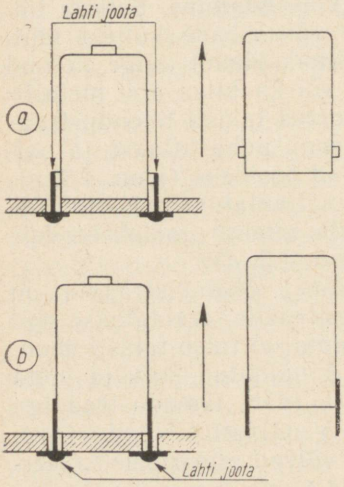
Lambipesa korrastamine. Selleks kõrvaldatakse spiraalpuuri abil lambipesa kooshoidva toruneedi rant (joon.



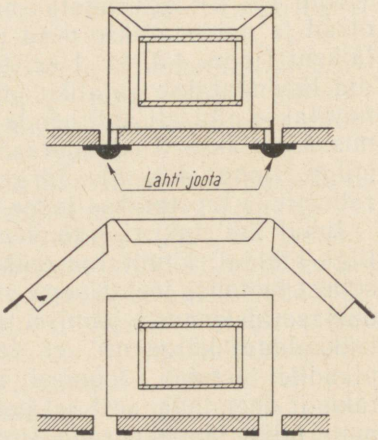
Joon. 4.4. Vigase takisti asendamine uuega



Joon. 4.5. Lambipesa korrastamine



Joon. 4.6. Vahesagedustrafo korrastamine



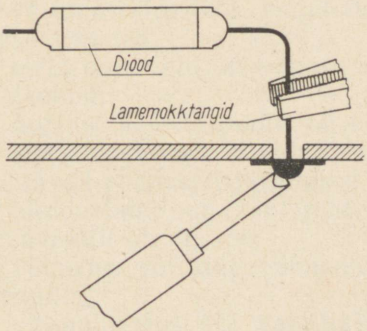
Joon. 4.7. Madalsagedustrafo asendamine uuega

4.5, *a*). Järgnevalt eraldatakse bakeliidist pealmine rõngas, mille tagajärjel avaneb juurdepääs lambipesa kontaktidele (joon. 4.5, *b*). Enamikul juhtudel kõrvaldatakse viga kontaktide painutamise ja puhastamise teel. Juhul kui on murdunud üksik kontakt, eraldatakse see montaažist (joon. 4.5, *c*) ja asendatakse jootmise teel uuega. Pärast seda asetatakse bakeliidist rõngas tagasi ettenähtud kohta ja toruneedi rant täidetakse joodisega (joon. 4.5, *d*).

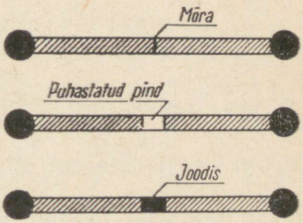
Vahesagedustrafo korrastamine. Selleks eraldatakse vahesagedustrafo varje (joon. 4.6, *a* ja *b*). Vigane kondensaator, mis kuulub vahesagedustrafo koosseisu ja asetseb selle varjes, asendatakse uuega. Kui oommeetriga mõõtmisel selgus, et mähises on katkestus, kontrollitakse hoolikalt pooli otsi ja nende jooteid, sest sageli peitub rike just siin.

Pärast vea kõrvaldamist vahesagedustrafos paigaldatakse selle varje ettenähtud kohale ja kinnitatakse jootmise teel.

Madalsagedustrafo asendamine. Kõigepealt vabastatakse trafo kinnitusvits trükkmontaaži tugipunktide küljest. Järgnevalt joodetakse trafo mähise otsad trükkmontaažist lahti, painutatakse kinnitusvits eemale ja eraldatakse trafo alusest (joon. 4.7). Uus, korras trafo paigaldatakse alusele ja mähise otsad ühendatakse montaaži. Viimasena kinnitatakse trafo kinnitusvits.



Joon. 4.8. Dioodi asendamine uuega



Joon. 4.9. Katkestuse kõrvaldamine voolu juhtivates ribades

Dioodide ja transistoride asendamine uutega. Nende asendamisel tuleb silmas pidada, et nad on pinge- ja soojustundlikud. Seepärast peab jootetõlvik olema hea isolatsioonitakistusega ning jootmise ajaks tuleb jootetõlvik seinakontaktist välja võtta (kui ei kasutata eraldustrafot). Soojuse edasikandumise vähendamiseks tuleb dioodi (transistori) väljaviigust selle joodetava otsa ja dioodi vahelt lamemokktangidega kinni hoida (joon. 4.8).

Katkestused trükkmontaažis. Tavaliselt avastatakse need defektid välise vaatluse teel (soovitav on kasutada luupi) või oommeetri abil. Oommeetri mõõtepistikud peavad kontakti loomiseks olema teravad, sest trükkplaat on üleni kaetud kaitselakiga.

Mõra voolu juhtivates ribades võib katta joodisega (joon. 4.9), pikemalt läbipõlenud ribad tuleb aga asendada montaažijuhtmetega, kusjuures juhtme otsad tuleb ühendada voolu juhtivate ribade tugipunktide külge.

Pärast jootmist tuleb jootekohad niiskuskindluse suurendamiseks katta kaitselakiga. Selleks on sobiv 25% kampoli-piirituslahus (jootmisel kasutatav räbusti), mis kantakse väikese pintsli abil jootekohale.

5. peatükk

SUPERVASTUVÕTJATE RIKETE AVASTAMINE

5.1. ÜLEVAADE RAADIOVASTUVÕTJATES SAGEDAMINI ESINEVATEST RIKETEST JA NENDE PÕHJUSTEST

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu täielikku puudumist võivad põhjustada järgmised rikked:

võrgutoitejuhe on katkenud või võrgupistikul puudub ühendus võrgujuhtmega;

kaitse on läbi põlenud;

alalduslambi katood on anoodiga lühises, kütteniit on katkenud või lamp on täielikult kaotanud emissiooni;

seleenventiiliga vastuvõtjates on ventiil riknenud;

alaldi silumisfiltri üks elektrolüütkondensaatoritest on lühistunud;

toitetrafos on keerdudevaheline lühis või katkestus mähistes;

anood- või varivõretakisti on riknenud;

väljundtrafos või valjuhääldaja võnkepoolis on lühis või katkestus;

elektronlambid on vananenud või mõne lambi kütteniit katkenud;

antenni sidestuspoolis on katkestus või lühis.

Nõrk vastuvõtt. Puudulikku või nõrka vastuvõttu põhjustavad peamiselt järgmised vead:

alalduslamp on kaotanud osaliselt emissiooni või seleenventiil on vigane;

võimsus- või pingevõimendi lambi emissioon on nõrgenenud;

väljundtrafos või valjuhääldaja võnkepoolis on tekkinud lühiskeerud;

anood- või varivõretakisti on mõnes võimendusastmes

vigane või vananenud, mistõttu ta takistus on suurenenud;

alaldi silumisfiltri elektrolüütkondensaatorid on kaotanud osaliselt mahtuvuse, mistõttu lampidele antavad anoodpinged on madalad ning valjuhääldajas esineb võrgumüra;

varivõre lahtisidestuskondensaatori ühendus on katkenud või ta dielektriku isolatsioon on halvenenud;

võimsusvõimendi (lõppastme) sidestuskondensaatori dielektriku isolatsioon on halvenenud;

pingevõimendi (madalsagedus-eelastme) sidestuskondensaatori ühendus on katkenud, kondensaator on lühistunud või ta dielektriku isolatsioon on halvenenud;

varjestatud juhtmetest on mõni katkenud või on nende isolatsioon halb, mistõttu tekkis osaline lühis juhtme ja teda varjava metallsuka vahel;

antenni sidestuspool on põlenud, keerdudes katkestus või lühis.

Vastuvõtt ajuti katkeb. Vastuvõtu ajutist katkemist võivad tekitada järgmised rikked:

antenni sisendis või ta ühendustes on puudulik kontakt;

häälestuskondensaatori plaatide vahel esineb kohati lühis; sel juhul katkeb vastuvõtt pöördkondensaatori teatud kindlas asendis kõigil lainealadel (välja arvatud ultralühilaine);

lainelüliti kontaktid on mustunud või vedrud deformeerunud;

helitugevusregulaatori potentsiomeetri takistusrõngas on kulunud, mustunud või murdunud;

lahtisidestus- või varivõretakisti on vigane (takistuskihi ja metallkapsli vaheline puudulik kontakt);

alaldi silumisfiltri kondensaator ajuti lühistub või esineb katkestus;

montaažijuhtmed on halvasti isoleeritud, mis põhjustab rappumisel nende vahel ajutise lühise;

kruviühendused või kontaktneedid logisevad;

lülituses leiduvad nn. «külmad» jootekohad, mis väliselt ei erine korralikust jootest, kuid tegelikult kujutavad endast suurtes piirides juhuslikult muutuva takistusega kontakti.

Moonutatud ülekanne. Seda liiki riket võivad esile kutsuda alljärgnevad põhjused:

alalduslamp on vananenud ning seetõttu kaotanud osaliselt emissiooni (anoodpinge on madal);

võimsus- või pingevõimendi lamp on vananenud või omab elektroodidevahelisi vigu (lühis, katkestus);

katoodtakisti šuntkondensaator on lühistunud või kaotanud kas osaliselt või täielikult mahtuvuse;

katoodtakisti takistus on suurenenud, mistõttu lambi nihkunud tööpunkt põhjustab moonutusi;

valjuhääldaja võnkepool on halvasti tsentreeritud;

valjuhääldaja võnkepooli tsentreerija on vigastatud;

membraanis on mõrad või siis on ta halvasti liimitud, mistõttu membraani serv on valjuhääldaja kere küljest kas osaliselt või täielikult lahti;

negatiivse tagasisidestuse vooluringis on katkestus;

automaatse võimendusregulaatori silumiskondensaator on lühistunud või ta ühendus katkenud;

võimsusvõimendi ja eelneva pingevõimendi vaheline sidestuskondensaator on lühistunud või ta dielektriku isolatsioon on halvenenud.

Viled. Vilede põhjustajateks võivad olla järgmised vastuvõtja vead:

ebarahuldav selektiivsus, tavaliselt on see tingitud valesti häälestatud vahesagedusest;

antennifilter (vahesagedusfilter sisendvõnkeringis) ei ole häälestatud vahesagedusele;

vahesagedusvõimendi lambi varjestus on puudulik;

valjuhääldaja ühendusjuhtmed asetsevad madalsagedusvõimendi esimese lambi võreahela lähedal, mistõttu tekib kahjulik tagasisidestus;

pöördkondensaatori plaadid võnguvad valjuhääldaja helile kaasa; eriti on see märgatav tugeva heli ja lühilaine vastuvõtul;

alaldi silumisfiltri kondensaator (vastuvõtjapoolne) on osaliselt või täielikult kaotanud mahtuvuse;

mõnede detailide ühendus šassiiga on halvenenud;

madalsagedusvõimendis on lahtisidestuskondensaator kaotanud mahtuvuse.

Undamine. Nimetatud nähtust võivad vastuvõtjas sagedamini tekitada allnimetatud puudused:

madalsagedusvõimendis esineb akustiline tagasisidestus, mida põhjustab valjuhääldaja helilainete tõttu võnkuv

lamp kas oma konstruktsioonilise vea või jäiga lambipesa tõttu;

väljundtrafo sekundaarmähise maandusjuhe on katkenud või ei ole küllalt hästi šassiiga ühendatud;

tõkestustakisti võimsusvõimendi lambi võrejuhtmes (kui see on ette nähtud) ei ole korras;

negatiivse tagasisidestuse vooluringi juhtmed on vastuvõtja remontimisel või ümberehitamisel omavahel ümber vahetatud;

madalsagedusvõimendis on lahtisidestuskondensaator kaotanud kas osaliselt või täielikult mahtuvuse;

mikrofoniefekt lühilaineil, mida põhjustab pöördkondensaatori plaatide vibreerimine valjuhääldaja helilainete toimel seetõttu, et häälestuskondensaatori kummiamortisaatorid on kuivanud ja kivistunud;

šassii on kinnitatud kasti külge kummiamortisaatoriteta või nende olemasolul on põhja kinnituskruvid liiga tugevasti kinni keeratud.

Vahelduvvoolu võrgumüra. Seda liiki müra põhjustajad võivad olla järgmised:

alaldi silumisfiltri üks kondensaatoritest on mahtuvuse kaotanud;

lülituse vastavad sõlmed on halvasti šassiiga ühendatud;

madalsagedusvõimendi mõne lambi katoodtakisti šuntkondensaator on mahtuvuse kaotanud;

alaldi silumisfiltri paispoolis esineb lühiskeerde;

madalsagedusliku pingevõimendi lambi võreühendus on halvasti varjestatud.

Raginad. Vastuvõtjas esinevate raginate põhjused võivad olla järgmised:

helitugevusregulaatori potentsiomeetri takistusrõnga pind on kulunud;

pöördkondensaatori staatori ja rootori plaadid puutuvad veidi kokku, nende vahed on tolmunud või on sinna sattunud voolu juhtiv võõrkeha;

häälestuskondensaatori rootori maandusvedrud on mustunud ja välja paindunud;

lainelüliti kontaktid on mustunud või deformeerunud;

lahtisidestus- või šuntkondensaatori elektroodide (plaatide) vahel toimub riknenud dielektriku tõttu sädelemine;

vigane takisti;

ebapüsiv ühendus antenni vooluringis, sageli antenni või maanduse puksis;

lambid asetsevad pesades ebakindlalt, lambijalad või lambipesa kontaktid on mustunud või oksüdeerunud;

skaalalamp on vigane või ei anna see pesas korralikku ühendust;

toitetrafo primaarmähise pingete ümberlüliti (110, 127, 220 V) või sulavkaitse omab puudulikku kontakti;

võrgupistiku ühendus seinakontaktiga või vastuvõtja võrgujuhtmega on halb (sädeleb);

antennijuhtme ja antennipistiku vahel on ebakindel kontakt;

vastuvõtjasse sisenevad antenni ja võrgujuhtmete kaudu tööstuslikud või atmosfäärilised häired.

Klirinad. Vastuvõtjast kostab klirisevat heli tavaliselt järgmiste lahtiste ja võnkuvate üksikosade tõttu:

vastuvõtja šassiil asetsevad logisevad osad;

valjuhääldaja võnkepool on halvasti tsentreeritud või omab lahtiste keerdudega mähise;

valjuhääldaja membraan on halvasti liimitud ta kere (korvi) külge;

valjuhääldaja võnkepooli tsentreerija on vigane või ta kinnitus logisev;

elektronlambi defekti tõttu kliriseb ta elektroodide süsteem;

valjuhääldaja magnetsüsteemi õhupilusse on sattunud võõrkeha (tavaliselt rauapuru);

valjuhääldaja helist vibreeriv skaalaosuti puutub vastu skaalaklaasi;

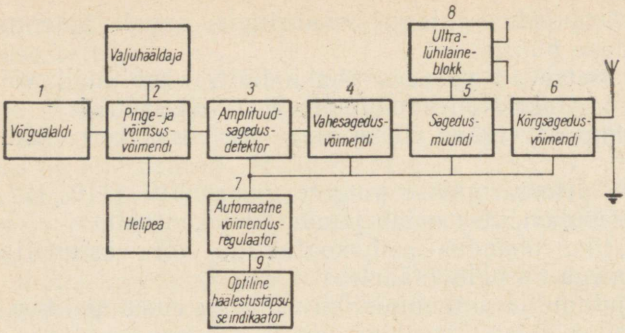
vastuvõtja tagaseina kruvid, pöörad või seibid on lahtised;

toitetrafo südamiku plekid on lahtised ja võnguvad.

5.2. ÜLDISI JUHISEID RIKETE AVASTAMISEKS JA KÕRVALDAMISEKS

Vastuvõtja proovimise järjekord. Vastuvõtja remonti tuleb alustada vastuvõtja eelneva kontrollimisega. Selleks on kõigepealt tarvis kindlaks teha, kas vastuvõtja on varustatud ettenähtud elektronlampidega ja kas viimased asetsevad õigetes pesades.

Edasi peab tähele panema, et kui mõni lampidest on



Joon. 5.1. Vastuvõtja astmete korrasoleku kontrollimise järjekord

asendatud teisetüübilisega, siis peab viimasega olema kohandatud ka küttepinge, katood-, anood- ja varivõretakistus, võimsusvõimendi lambi puhul ka väljundtrafo.

Järgnevalt tuleb selgusele jõuda, kas vastuvõtja lülitus vastab tehase skeemile või on seda juba ümber tehtud. Sellisel juhul on sageli võimatu vastuvõtjat endiste omadustega (tundlikkuse, selektiivsuse ja väljundvõimsusega) tööle rakendada.

Vastuvõtja osade ja astmete korrasolekut kontrollitakse alltoodud järjekorras (joon. 5.1):

1) vastuvõtja toiteosa (võrgualaldi);
2) madalsageduse pinge- ja võimsusvõimendi;
3) detektor;
4) vahesagedusvõimendi;
5) sagedusmuundi;
6) kõrgsagedusvõimendi;
7) automaatne võimendusregulaator;
8) ultralühilaineblokk;
9) optiline häälestusindikaator.

Vastuvõtja astmete proovimist tuleb alustada elektronlampide korrasoleku kontrollimisega. Kui elektronlambid on korras, tuleb mõõta pingete, voolude ja takistuste suurusi üksikutes astmetes.

Pingete, voolude ja takistuste mõõtmine. Enamik kõigist võimalikest vastuvõtja vigadest on avastatavad pinge, voolu ja takistuse mõõtmise teel. Eriti lihtsaks kujuneb

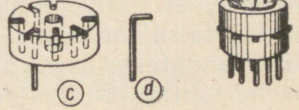
pingete ja voolude mõõtmine juhul, kui remonditava vastuvõtja kohta on olemas tehase poolt kaasaantud pingete ja takistuste diagrammid (mõõteskeemid), kus on ära näidatud vastavad suurused. Sel puhul võrreldakse diagrammis toodud andmeid tegelike mõõtetulemustega ning nende lahkuminekul võib kohe otsustada vea asukoha ja ta iseloomu üle.

Pingete mõõtmiste hõlbustamiseks on soovitav kasutada vahepesa (eriti trükkmontaažis), mille konstruktsioon on toodud joonisel 5.2.

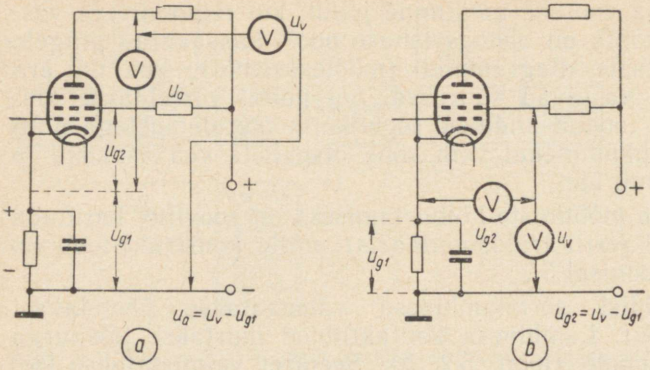
Bakeliidist sõrmlambipesa vabastatakse ühendavast toruneedist. Lambipesa kontaktlibled murtakse täisnurga all väljapoole (joon. 5.2, *b*). Seejärel valmistatakse isoleermaterjalist alus (joon. 5.2, *c*), mille läbimõõt vastab pesa läbimõõdule. Alustesse puuritakse 1 mm jämedused augud vastavalt kontaktjalgade arvule ja nende asetusele ning keskele ava toruneedi või 3-mm montaažkruvi kinnitamiseks. Iga jalaava välisküljele viilitakse renn kontaktjalgade kõverdatud otste kinnitamiseks. Pärast kontaktjalgade kohaleasetamist alusesse ühendatakse see lambipesaga toruneedi või montaažkruvi abil.

Vastuvõtja astmetes tuleks pingeid mõõta vastava lambi katoodi suhtes. Kuna aga kõigi pingete mõõtmine šassii suhtes on lihtsam ja et seesuguse mõõtmisega on võimalik määrata ka võre-eelpingeid, ilma et tarvitseks mõõteriista pooluseid vahetada (juhul kui eelpinge saadakse lambi katoodjuhtmesse ühendatud takisti abil), siis on see meetod leidnud üldist kasutamist.

Kui pingeid mõõdetakse šassii suhtes ning kui lampide eelpingestamine toimub katoodtakistitega, siis liitub mõõdetavale anood- või varivõrepingele ka katoodtakistis tekkiv pingelang, s. o. lambile antav eelpinge. Kuna kõrg- või



Joon. 5.2. Vahepesa konstruktsioon: *a* — ülevaade, *b* — sõrmlambi pesa, *c* — isoleermaterjalist alus, *d* — kontaktjalg



Joon. 5.3. Elektronlampidele rakendatava pinge mõõtmine: *a* — anoodpinge mõõtmine, *b* — varivõrepinge mõõtmine

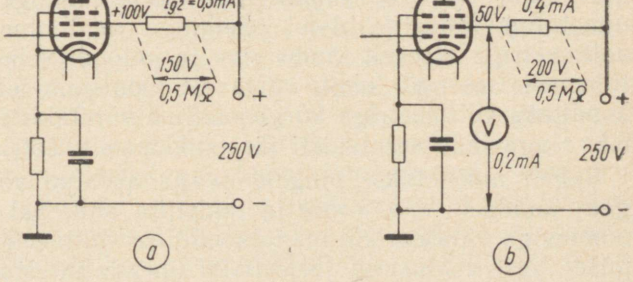
vahesagedusvõimendite lampidele antakse madalad eelpinged (mõni volt), siis see mõõtetulemusi eriti ei mõjuta. Sama maksab ka mõne madalsagedusvõimendi lambi, näiteks võimsuspentoodi 6П9 kohta, millele 300-V anoodpinge juures rakendatakse vaid 3-V eelpinge. Kui aga mõõdetakse kõrget eelpinget vajavate lampide pingeid, tuleb voltmeetri näidust lahutada katoodtakistil tekkiv pingelang (joon. 5.3). Näiteks vajab lamp 6П3С 250-V anoodpinge juures eelpinget 14 V. Sel puhul peaks voltmeeter anoodi ja šassii vahel näitama $U_v = 264$ V ja anoodi ja katoodi vahel $U_a = 250$ V (tegelik anoodpinge).

Anood- ja varivõrepingete mõõtmisel lambi vastava elektroodi ja šassii vahel jääb voltmeeter oma sisetakistusega rööbiti anood- või varivõreringi ühendatud takistiga. On viimase takistus voltmeetri takistusega samas suurusjärgus, tekivad paratamatult eksitavad mõõtevead, s. o. voltmeetri näidud on tegelikest pingetest väiksemad. Öeldut aitab selgitada järgmine näide.

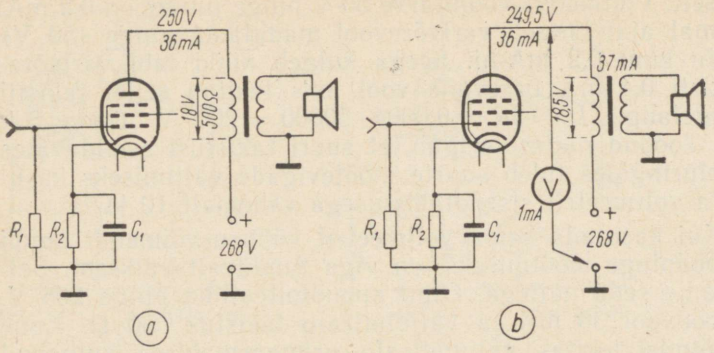
Lambi varivõretakisti ettenähtud suuruseks on 0,5 MΩ, mistõttu 0,3-mA varivõrevoolu ja 250-V anoodpinge puhul peab varivõrele rakenduma pinge 100 V (joon. 5.4, *a*). Oletame, et varivõrepinge mõõtmiseks kasutatakse voltmeetrit täishälbevooluga 2 mA ja mõõteulatusega 500 V, mis ühendatakse šassii ja varivõre vahele. Selgub, et voltmeeter näitab 100 V asemel ainult 50 V. See seletub järg-

miselt. Voltmeetri voolutarve 50-V pinge juures on 0,2 mA. Samal ajal langeb varivõrevool madalama pinge (50 V) tõttu kuni 0,2 mA-ni. Seega kulgeb nüüd läbi varivõretakisti 0,4 mA tugevune vool, mis tekitab sellel takistil pingelangu $U = IR = 0{,}0004 \cdot 50000 = 200$ V (joon. 5.4, *b*). Toodud näitest selgub, et suuri takistusi sisaldavates vooluringides tuleb suurte mõõtevigade vältimiseks kasutada voltmeetrit sisendtakistusega vähemalt 10 kΩ/V.

Kui kasutada sama voltmeetrit võimsusvõimendi lambi anoodpinge mõõtmiseks, on viga tunduvalt väiksem. Selgitame seda näitega. Olgu anoodtoiteallika pinge 268 V, anoodvool 36 mA ja väljundtrafo takistus 500 Ω. Enne mõõtmist tekitas väljundtrafo primaarmähises kulgenud vool selles pingelangu $U_t = I_a R_a = 0{,}036 \cdot 500 = 18$ V. Lahutades viimase anoodtoiteallika pingest, leiame tegeliku pinge lambi anoodil, s. o. $U_a = U_A - U_t = 268 - 18 = 250$ V (joon. 5.5, *a*). Kui nüüd šassii ja lambi anoodi vahele ühendada voltmeeter (joon. 5.5, *b*), siis kulgeb viimase vooluringis 250-V pinge korral vool 1 mA. Et aga nimetatud vool läbib väljundtrafo primaarmähist, siis tõuseb selles mähises vool 37 mA-ni. Järelikult suureneb ka pingelang primaarmähisel: $U_t = I_a R_a = 0{,}037 \cdot 500 = 18{,}5$ V, ning lambi anoodile rakendub pinge $U_a = U_A - I_a R_a = 268 - 0{,}037 \cdot 500 = 249{,}5$ V. Seega on viga ainult 0,5 V ehk 0,2 protsenti.



Joon. 5.4. Varivõrepinge mõõtmine:
a — lambi varivõrevooluringi elektrilised nimisuurused, *b* — sama vooluringi muutunud suurused varivõrepinge mõõtmisel

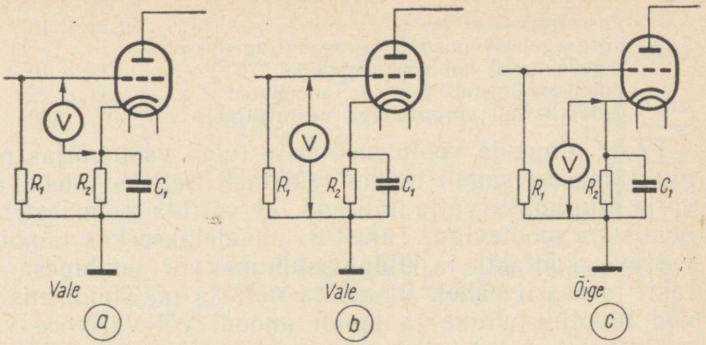


Joon. 5. 5. Võimsusvõimendi lambi anoodpinge mõõtmine:
a — lambi anoodvooluringi elektrilised nimisuurused, *b* — sama vooluringi muutunud suurused anoodpinge mõõtmisel

Vastuvõtja lampide võre-eelpingete mõõtmiseks on kõige otstarbekohasem kasutada suure sisendtakistusega alalispinge-lampvoltmeetrit, mis ühendatakse otseselt lambi tüürvõre ja katoodi kontaktide vahele. Et aga lampvoltmeetri kasutamisest saab olla juttu vaid remonditöökodade tingimustes, siis vaatleme alljärgnevalt, kuidas on võimalik võre-eelpinget mõõta tavalise kõrgeoomilise voltmeetriga. Katoodtakistiga tekitatud võre-eelpinget mõõdetakse selle takisti otstel, s. o. lambi katoodi ja šassii vahel. Kui aga eelpinge on lampidele antud üldmiinusjuhtmesse ühendatud takistite kaudu, siis tuleb eelpingeid mõõta nimetatud takistite otstel. Eelpinge mõõtmine tavalise voltmeetriga otseselt lambi võre ja katoodi vahel ei anna tulemusi, sest sel juhul, vastavalt joonistele 5.7, *a* ja *b*, šunditaks voltmeetriga kõrgeoomiline võretakisti. Joonisel 5.6, *c* aga jääb see takisti järjestikku voltmeetriga.

Sageli mõõdetakse pingeid (välja arvatud võre-eelpinged) kaudselt, s. o. voolu ja takistuse abil. Sel puhul on mõõteviga väiksem kui madalaomilise voltmeetriga mõõtmisel, sest vooluringi järjestikku ühendatud ampermeetri takistus on väga palju kordi väiksem sinna ühendatud takistite takistusest.

Oletame, et anoodkoormustakistuse $R_a = 0{,}2$ MΩ kaudu



Joon. 5.6. Vastuvõtja lampide võre-eelpinge mõõtmine:
a ja *b* — voltmeetri ebaõige ühendamine katoodi—võre ning šassii—võre vahele, *c* — õige mõõtmine katoodtakisti otstelt

on lambi anoodile rakendatud pinge $U_a = 250$ V. Mõõdetud anoodvool $I_a = 1$ mA. Anoodile rakendatud tegelik pinge $U_A = U_a - I_a R_a = 250 - 0{,}001 \cdot 200000 = 50$ V.

Raadiovastuvõtjates esinevad lampide elektroodidel järgmised pinged V:

Võre-eelpinge kõrgsagedusvõimendi lampidel	1,5 ... 3
Võre-eelpinge võimsusvõimendi lampidel	3 ... 20
Varivõrepinge	15 ... 265
Anoodpinge	20 ... 250
Üldalalispinge alaldi katoodil	220 ... 360

Voolude mõõtmiseks vastuvõtja lampide vooluringides tuleb alalisvoolu-milliampermeeter (tester) ühendada järjestikku mõõtmisele kuuluvasse vooluringi. Selleks joodetakse lahti varivõre-, anood- või filtertakisti ja üldplussjuhtme vaheline ühendus ning sinna ühendatakse milliampermeeter. Et mõõtejuhtmed ei muudaks kõrgsagedusvõimendi häälestust ega tekitaks tagasisidestust, peab ühendama mõõteriistaga rööbiti kondensaatori mahtuvusega 0,01 ... 0,1 μF, mis juhib varivõrevoolu vahelduvkomponendi mõõteriistast mööda. Voolude mõõtmisel madalsagedusvõimendites tuleb mõõteriista šuntimiseks kasutada suurema mahtuvusega (kuni 2 μF) kondensaatorit.

Vastuvõtjate mitmesugustes vooluringides võivad kulgeda järgmised voolud mA:

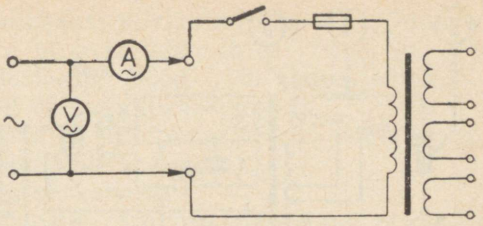
Varivõrevool	0,5 ... 10
Kõrgsagedusvõimendi ja madalsagedus-pingevõimendi lampide anoodvool	2 ... 10
Võimsusvõimendi lampide anoodvool	5 ... 72
Üldalalisvool võrgutoitega vastuvõtjates	40 ... 150

Peale pinge ja voolu mõõtmise tuleb vastuvõtjas rikete avastamiseks sageli mõõta takistusi. Selleks tuleb vastuvõtja tingimata välja lülitada, et vältida oommeetri riknemist ja mõõtevigu. Takistusi mõõdetakse kas lambipesa vastava kontakti ja üldplussjuhtme või lambipesa kontakti ja šassii vahel. Et mõõta näiteks takisteid, mis asuvad üldplussjuhtme ja lambi anoodi või varivõre vahel, mõõdetakse oommeetriga (testriga) takistust alaldi lambipesa katoodkontakti (või ventiili ABC plusskontakti) ja vastava lambipesa anood- või varivõrekontakti vahel. Loomulikult liitub siin mõõdetava takistusega ka alaldi silumisfiltri paispooli või takisti takistus.

5.3. RIKKED VASTUVÕTJA ALALDIS

Üldist. Suurem hulk rikkeid esineb võrgutoitega vastuvõtjates just toiteosas, eriti aga kaitsmetes ja alaldi silumisfiltri elektrolüütkondensaatorites. Sageli võib alaldis ilmnevaid rikkeid avastada klaaskolviga alalduslambi lähemal vaatlemisel. Kui vastuvõtja sisselülitamise hetkel tekib alalduslambi anoodi ja katoodi vahelises ruumis sinakasvioletne valgus, viitab see sellele, et lamp on silumisfiltris või vastuvõtja teistes astmetes esinenud lühise tõttu üle koormatud. Alaldi silumisfiltri elektrolüütkondensaatorid võivad kaotada suuremal või väiksemal määral oma ettenähtud mahtuvuse. Kui mahtuvuse kaotab esimene kondensaator, põhjustab see anoodpinge tunduvat langust. Teise elektrolüütkondensaatori mahtuvuse vähenemine kutsub esile tugeva võrgumüra ning sageli vahesagedusvõimendi endaergutuse, mille tagajärjel vastuvõetavad jaamad kostavad vilega.

Paljudes vastuvõtjates on toitetrafo anoodmähise osadega rööbiti ühendatud kondensaatorid mahtuvusega ligikaudu 5000 pF, et vältida kohaliku saatja vastuvõtul nn. võrgusagedusmodulatsiooni. Kui nendest kondensaatoritest üks lühistub ning vastuvõtja omaparandatud sulavkaitse on tugev, tekib paratamatult trafo ülekoormamine, ta kuumenemine ja mähiste isolatsiooni läbipõlemine.



Joon. 5.7. Vastuvõtja poolt võrgust tarbitava näivvõimsuse mõõtmine

Alaldis esinevaid rikkeid on kõige hõlpsam avastada tarbitava võimsuse mõõtmise teel.

Selleks ühendatakse vastuvõtja võrku vahelduvvooluampermeetri kaudu, kusjuures võrgupinget mõõdetakse vahelduvvoolu-voltmeetriga (joon. 5.7). Vastuvõtjale rakendatud pinge ja tarbitava voolu korrutis annabki tarbitava võimsuse voltamprites (VA).

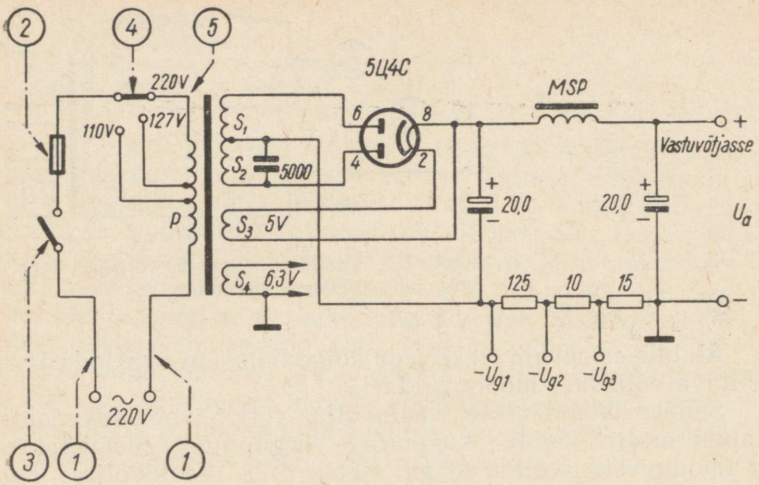
Kui näiteks võrgupinge on 220 V ja tarbitav vool 0,3 A, siis on tarbitav võimsus $220 \times 0{,}3 = 66$ VA. Võrreldes seda võimsust proovitava vastuvõtja instruktsioonis või ta tagakaanel antud võimsusega, saame otsustada vastuvõtja seisukorra üle. Kui proovitava vastuvõtja asukohas on võrgupinge enam-vähem püsiv, võib pinge mõõtmisest loobuda ja arvutamisel lugeda see võrdseks 220 V.

Voolu tuleb mõõta kiirelt, sest algul pole teada, kas vastuvõtja tarbib võimsust ettenähtud piirides või ülemäära. Viimasel juhul, kui vastuvõtja jääb kauaks võrku lülitatuks, võib läbi põleda toitetrafo (võrgutrafo) või mõned teised üksikosad.

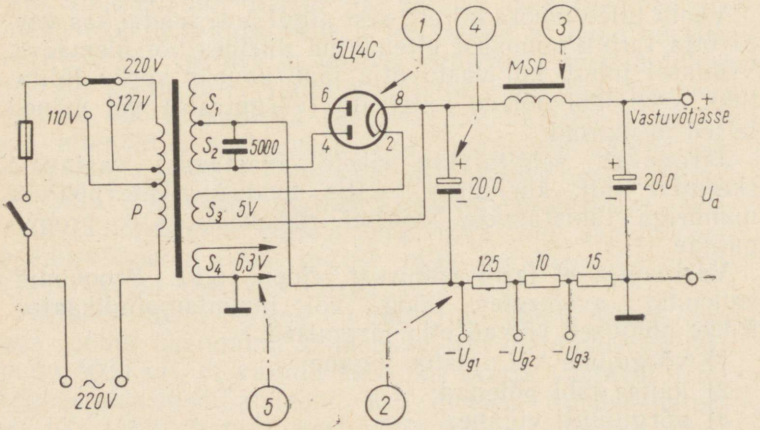
Järgnevalt selgitatakse rikete avastamist vastavate skeemide abil, kusjuures tekstis toodud rikete põhjuse numbriga tähistatakse joonisel rikkekohti, s. o. proovipunkte.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 5.8). Proovimisvahendid: avomeeter, hõõg- või huumlampindikaator. Rikke põhjused võivad olla järgmised:

1) võrgujuhe või -pistik vigane;
2) kaitse läbi põlenud;
3) võrgulüliti vigane;
4) pingeümberlüliti vigane;
5) toitetrafo primaarmähises katkestus.



Joon. 5.8. Alaldi proovipunktid, kui vastuvõtja ei tarbi võimsust



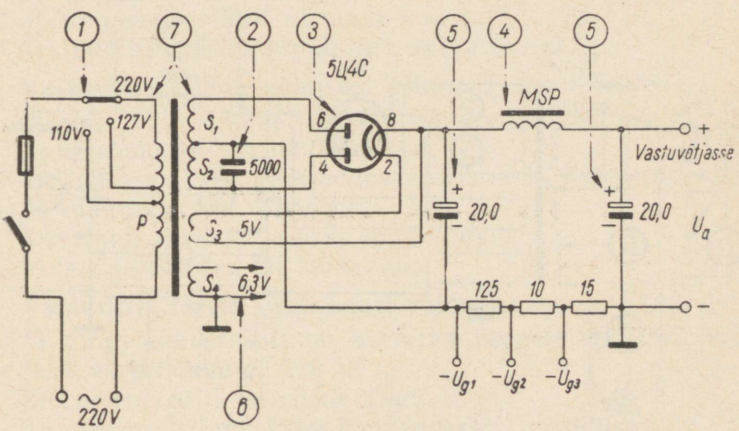
Joon. 5.9. Alaldi proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib võimsust piiratult

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 5.9). Proovivahendid: avomeeter, proovikondensaator 10...20 μF, 450 V, korras alalduslamp, hõõg- või huumlampindikaator. Rikke põhjused võivad olla järgmised:

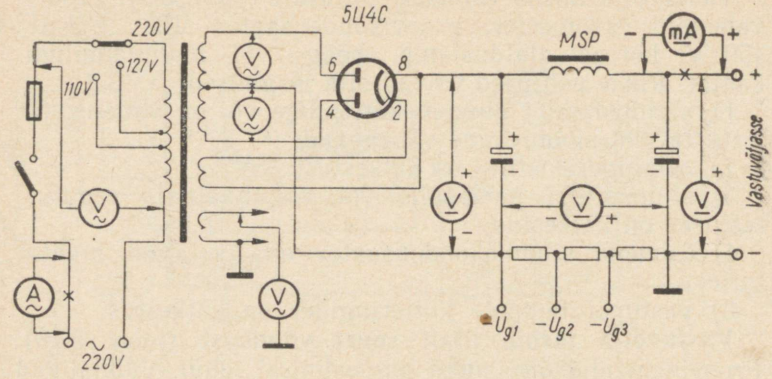
1) alalduslambil puudub küttepinge või on vananemise tõttu ta emissioonivõime vähenenud;
2) eelpingetakistites on katkestus;
3) silumisfiltri paispoolis või valjuhääldaja ergutusmähises on katkestus;
4) esimene silumiskondensaator on kaotanud mahtuvuse;
5) vastuvõtulampide kütteringides on katkestus.

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 5.10). Proovivahendid on samad mis eelmisel juhul. Võimalikud põhjused:

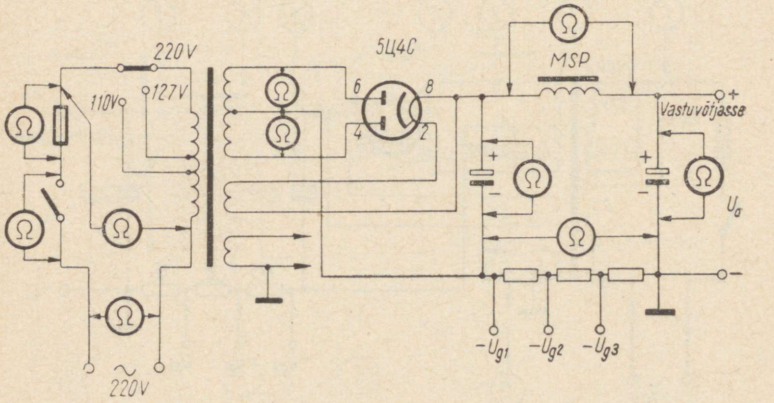
1) pingeümberlüliti on asetatud liiga madalale võrgupingele;
2) anoodmähisega rööbiti ühendatud kondensaatoris on lühis;
3) alalduslambi katoodi ja anoodi vahel on lühis;
4) silumisfiltri paispooli mähis on ühenduses südamikuga;
5) esimeses või teises silumiskondensaatoris on lühis (esimesel juhul on alalduslamp üle koormatud, teisel juhul kuumeneb paispool või valjuhääldaja ergutusmähis);



Joon. 5.10. Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust



Joon. 5.11. Volt- ja ampermeetri rakenduspunktid rikete avastamiseks alaldis



Joon. 5.12. Oommeetri rakenduspunktid rikete avastamiseks alaldis

6) vastuvõtulampide või skaalalampide pesas on lühis;
7) toitetrafo primaar- või sekundaarmähises esinevad lühikeerud (trafo kuumeneb, sekundaarpinged on madalad).

Kui võimsusetarve on ülemäära suur, tuleb vastuvõtja viivitamatult võrgust välja lülitada. Seejärel võetakse vastuvõtjast välja alalduslamp või ühendatakse lahti pooljuhtventiil. On pärast seda võimsustarve ikkagi suur, tuleb lahti joota toitetrafo primaarmähise ja šassii vahelised häirete kõrvaldamise kondensaatorid (kui need on olemas). Kui nüüd viga ei kõrvaldunud, tuleb lühist otsida lampide kütteringides ja skaalavalgustuslampide pesades. Kui kõik nimetatud proovimised ei andnud tulemusi, tuleb kontrollida toitetrafot.

Joonisel 5.11 ja 5.12 on näidatud kohad, kuhu tuleb ühendada volt-, amper- või oommeeter alaldis esineda võivate rikete avastamiseks. Joonisel 5.11 ristikesega märgitud kohtades tuleb ampermeetri (milliampermeetri) ühendamiseks vooluring katkestada.

Rikkeid mitmesuguste vastuvõtjate alaldites. Kõigepealt vaatleme vastuvõtja «S a k t a» alaldis esineda võivate rikete põhjusi. Proovimisvahendid: avomeeter ja kondensaator 20 μF, 450 V.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 5.13):

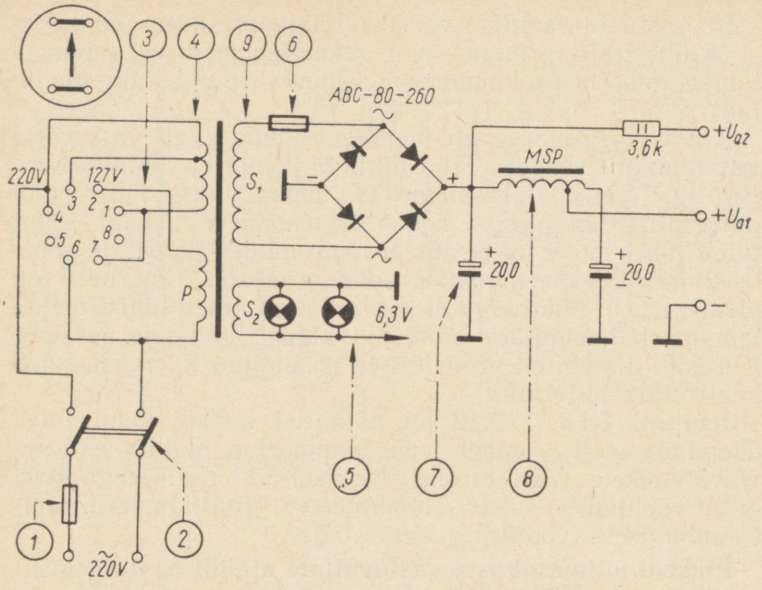
1) sulavkaitse (võrgu) on läbi põlenud;
2) võrgulüliti pole korras;
3) pingeümberlüliti ei anna kontakti;
4) toitetrafo primaarmähises on katkestus.

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 5.13):

5) vastuvõtulampide kütteringides on katkestus;
6) anoodkaitse on läbi põlenud;
7) esimeses silumiskondensaatoris on katkestus või selle mahtuvus on vähenenud;
8) silumisfiltri paispoolis on katkestus;
9) anoodmähises on katkestus.

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 5.14):

1) pinge ümberlüliti on asetatud pingele 127 V, kui tegelik võrgupinge on 220 V;
2) seleenventiil on rikkis (lühis);
3) esimene silumisfiltri kondensaator on lühises;
4) teine silumisfiltri kondensaator on lühises;



Joon. 5.13. Alaldi proovipunktid, kui vastuvõtja ei tarbi võimsust või tarbib seda piiratult

5) silumisfiltri paispooli mähis on südamikuga ühenduses;
6) vastuvõtulampide või skaalalampide pesas on lühis;
7) toitetrafo primaarmähises on lühiskeerud;
8) toitetrafo sekundaarmähises on lühiskeerud.

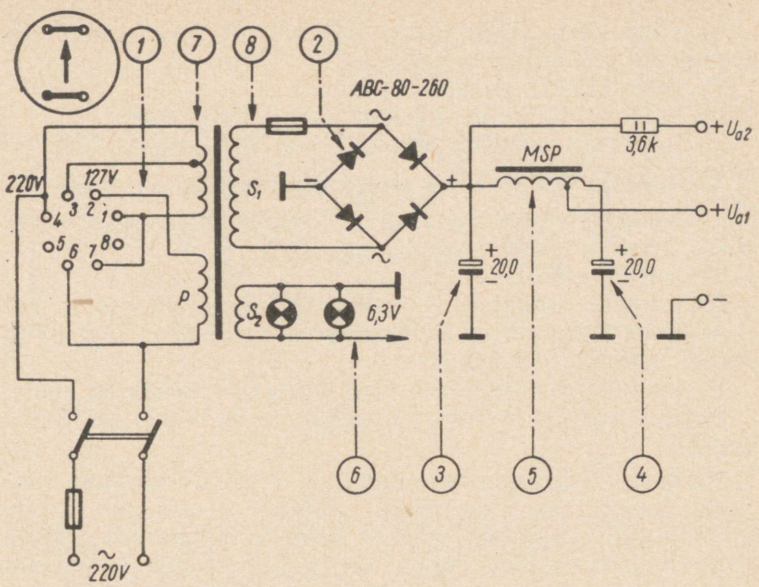
«Rekord-66» alaldis võivad esineda allpool toodud rikked. Proovimisvahendid: avomeeter, proovikondensaator 30 μF, 300 V.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 5.15):

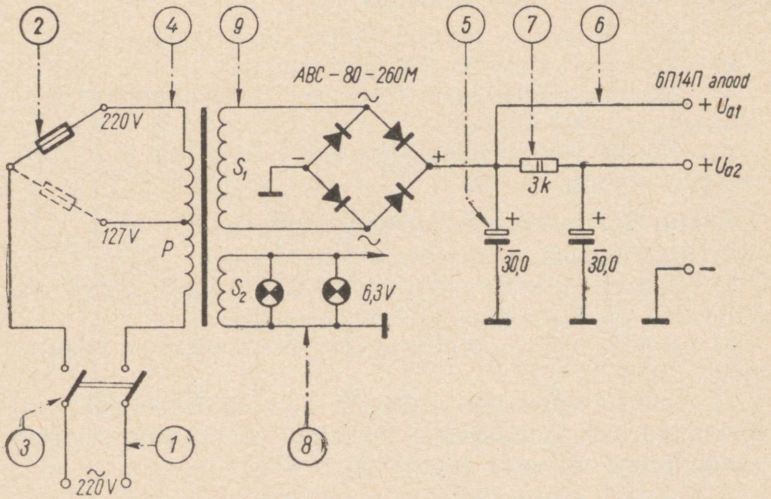
1) vastuvõtja võrgujuhe või -pistik on vigane;
2) sulavkaitse on läbi põlenud;
3) võrgulüliti pole korras;
4) trafo primaarmähises on katkestus.

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 5.15):

5) esimeses silumiskondensaatoris on katkestus;



Joon. 5.14. Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust



Joon. 5.15. Alaldi proovipunktid, kui vastuvõtja ei tarbi võimsust või tarbib seda piiratult

6) võimsusvõimendi lamp 6П14П on kaotanud emissiooni või kütteniit on katkenud;
7) filtertakistis on katkestus;
8) vastuvõtulampide küttetoites on katkestus;
9) toitetrafo sekundaarmähises on katkestus.

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 5.16):

1) sulavkaitse on asetatud 127 voldile vastavasse asendisse, tegelik võrgupinge on aga 220 V;
2) seleenventiilis on lühis;
3) esimene silumisfiltri kondensaator on lühises;
4) teine silumisfiltri kondensaator on lühises (sel juhul rikneb silumisfiltri takisti);
5) vastuvõtulampide või skaalalampide pesas on lühis;
6) toitetrafo primaar- või sekundaarmähises on lühiskeerud.

Rikked vibraatormuunduris. Vibraatormuundurites, mida kasutatakse tavaliselt autode raadiovastuvõtjate anoodpinge allikatena, võivad esineda järgmised rikked. Proovimisvahenditeks peab sel puhul olema avomeeter ning proovikondensaator mahtuvusega 20 ... 30 μF ja tööpingega 300 ... 400 V.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 5.17):

1) akust tulevates toitejuhtmetes on katkestus;
2) aku sulavkaitse on läbi põlenud;
3) vastuvõtja ühenduspistik ja vibraatormuunduri pistikupesa ei anna kontakti.

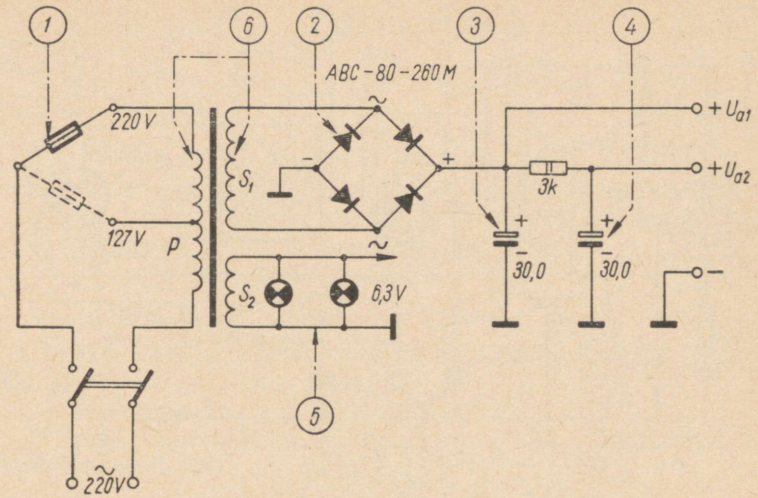
Peale selle võib esineda viga aku lülitis, mis asub vastuvõtjas endas.

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 5.17):

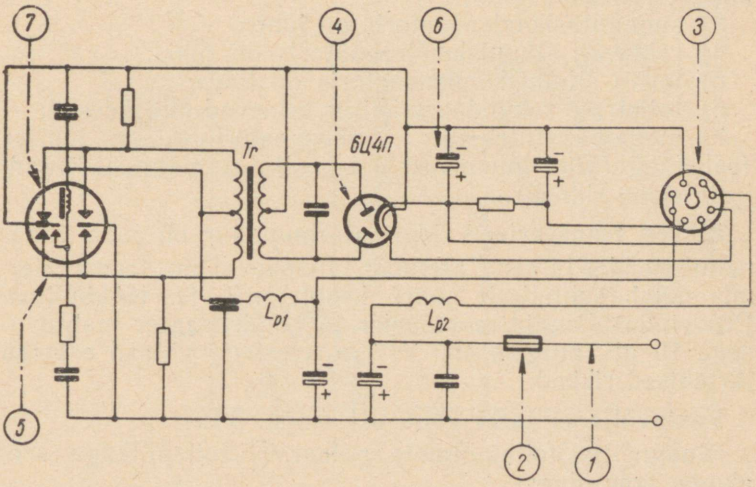
4) alalduslamp on kaotanud emissiooni;
5) elektromagnetilise katkesti ergutuspooli mähis on katkenud või selle kontaktid mustunud;
6) esimene silumiskondensaator on kaotanud mahtuvuse;
7) elektromagnetilise katkesti kontaktidekomplekt on mustunud või kontaktide vahekaugused on liiga suured (anoodpinge on selle tagajärjel madal).

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 5.18):

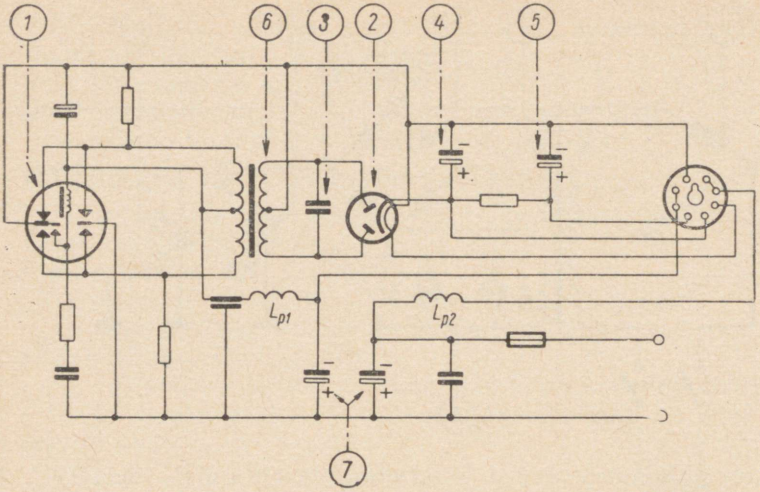
1) elektromagnetilise katkesti kontaktid on kokku keevitunud (normaalne kaitse põleb läbi);



Joon. 5.16. Alaldi proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust



Joon. 5.17. Vibraatormuunduriga vastuvõtja toiteosa proovipunktid, kui vastuvõtja ei tarbi võimsust või tarbib seda piiratult



Joon. 5.18. Vibraatormuunduriga vastuvõtja toiteosa proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust

2) alalduslambi katoodi ja hõõgniidi või katoodi ja anoodi vahel on lühis;
3) summutuskondensaatoris on lühis;
4) esimeses silumiskondensaatoris on lühis;
5) teises silumiskondensaatoris on lühis;
6) toitetrafo sekundaarmähises esinevad lühiskeerud;
7) madalpääsfiltri üks kondensaatoritest on lühises (selle tagajärjel kuumeneb paispooli L_{p2} mähis ja traadi isolatsioon rikneb).

Rikked transverteris. Vibraatormuundur on juba vananenud seadis ja seda asendab tänapäeval nn. transverter, mis omab suhteliselt suurt kasutegurit ja töökindlust. Proovimisvahendid: avomeeter ja kondensaator mahtuvusega 10 μF, pingele 450 V. Transverteris võivad esineda järgmised rikked.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 5.19):

vastuvõtja toitejuhtmete polaarsus toiteallikaga, s. o. akuga, pole õige;

aku sulavkaitse on läbi põlenud (asub vastuvõtja toitejuhtme spetsiaalses kaitsepesas);

aku lüliti pole korras (lüliti on kokku ehitatud vastuvõtja helitugevusregulaatoriga);

1) vastuvõtja ühenduspistik ja transverteri pistikupesa ei anna kontakti.

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 5.19):

2) esimene filterkondensaator on kaotanud mahtuvuse;

3) filtri silumistakisti on läbi põlenud või katkenud;

4) katkestus toitetrafo sekundaarmähises;

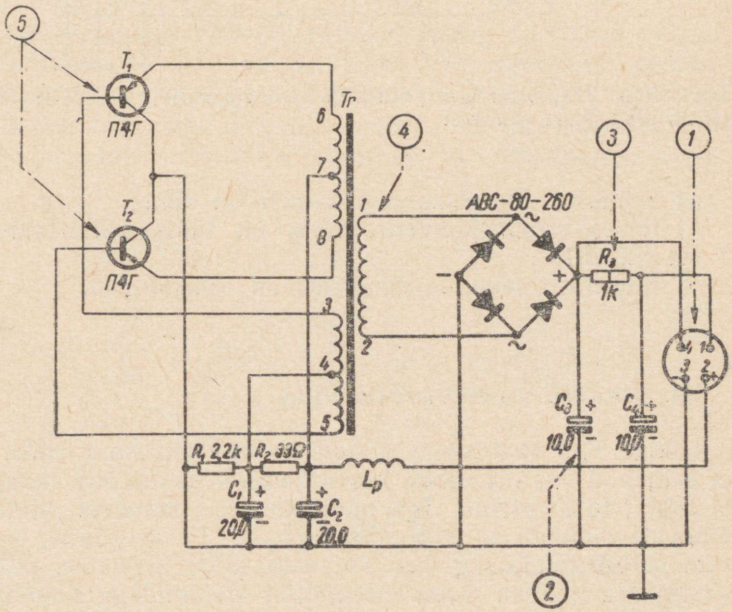
5) üks transistoridest on vigane (katkestus).

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 5.20):

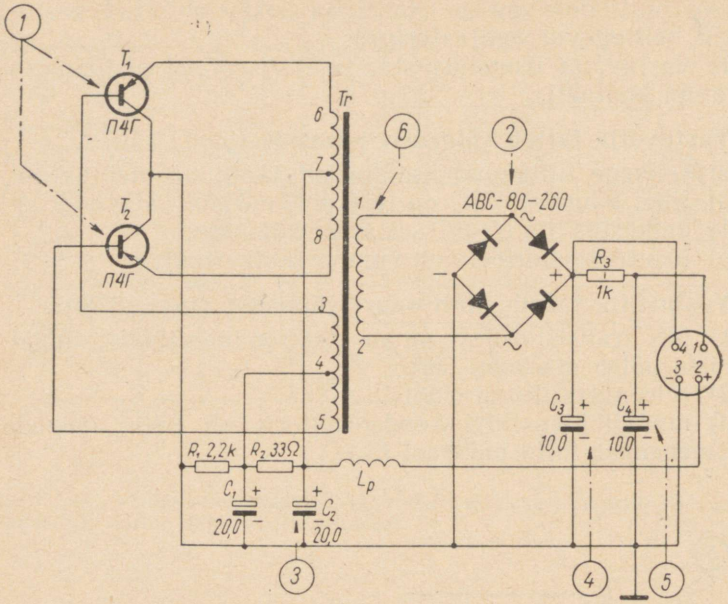
1) üks transistoridest omab elektroodidevahelist lühist (kaitse põleb otsekohe läbi);

2) seleenventiilis on lühis;

3) madalläbivusfiltri kondensaatoris on lühis (rikneb kuumenemise tõttu paispool L_p);



Joon. 5.19. Transverteriga vastuvõtja toiteosa proovipunktid, kui vastuvõtja ei tarbi võimsust või tarbib seda piiratult



Joon. 5.20. Transverteriga vastuvõtja proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust

4) esimeses silumiskondensaatoris on lühis;
5) teises silumiskondensaatoris on lühis (filtertakisti 1 kΩ rikneb);
6) toitetrafo sekundaarmähises on lühiskeerud.

5.4. RIKKEID VÕIMSUSVÕIMENDIS

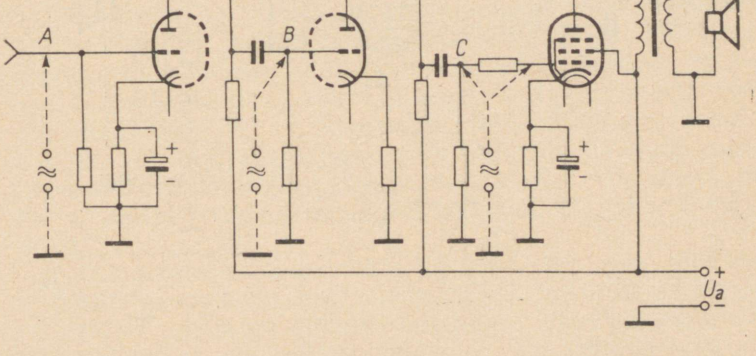
Üldist. Kui vastuvõtja alaldis (võrgutoiteosas) rikkeid ei esinenud või kui nende kõrvaldamisel vastuvõtja ikkagi ei tööta, tuleb otsida viga madalsagedusastmetest, alates võimsusvõimendi ja valjuhääldajaga. Et selgitada, kas rike peitub madalsagedus- või eelnevates astmetes, peab vastuvõtja helipea jaoks ettenähtud klemmidega ühendama helisagedusgeneraatori väljundjuhtmed (punkt *A* joonisel 5.21). Kui nüüd madalsagedusvõimendi nimitundlikkusele vastav sisendpinge rakendamisel kostab valju-

hääldajast normaalse tugevusega heli, siis ei peitu viga madalsagedusastmetes ega valjuhääldajas.

Helisagedusgeneraatori asemel võib vastuvõtja helipea puksi asetada antennipistiku või käes hoitava pintseti. Korras helisagedusvõimendi puhul kostab sel juhul valjuhääldajast tugev põrin. Radioola puhul on madalsagedusvõimendit kõige hõlpsam kontrollida heliplaadi mängimisega — normaalne helitugevus on madalsagedusvõimendi korrasoleku tunnuseks. Kui ülalnimetatud proovimistel valjuhääldaja vaikib, tuleb teha kindlaks, kas viga peitub madalsagedus-pingevõimendis või -võimsusvõimendis (proovimise järjekord *A*, *B*, *C* joonisel 5.21). Viimasena ühendatakse helisagedusgeneraatori väljundjuhtmed võimsusvõimendi lambi tüürvõre ja vastuvõtja šassiiga (punkt *C* joonisel 5.21). Juhul kui nüüd valjuhääldaja vaikib, on viga võimsusvõimendis või valjuhääldajas. Kostab aga valjuhääldajast nõrka heli, peab viga peituma pingevõimendis.

Madalsagedusvõimendi astmetes esinevad rikked võivad väljenduda vastuvõtu puudumises, helitugevuse languses, heli moonutumises ja mitmesuguste häirete ilmnemises.

Rikete täpse asukoha määramiseks on tarvis kontrollida madalsagedusvõimendi üksikosade ja ühenduste korras-



Joon. 5.21. Helisagedusgeneraatori väljundjuhtme külgeühendamise punktid vigade avastamiseks vastuvõtja madalsagedusastmetes

olekut. Kontrollimiseks on vajalikud järgmised proovimisvahendid: helisagedusgeneraator, multivibraator, signaaliindikaator, avomeeter, proovivaljuhääldaja, prooviväljundtrafo, vastav võimsusvõimendi lamp, mitmesugused kondensaatorid ja takistid.

Puudub vastuvõtt (joon. 5.22). Rikke võimalikud põhjused on järgmised:

1) võimsusvõimendi lamp on rikkis (kütteniit katkenud);

2) väljundtrafo sekundaarmähise ja valjuhääldajate vaheline juhe on katkenud;

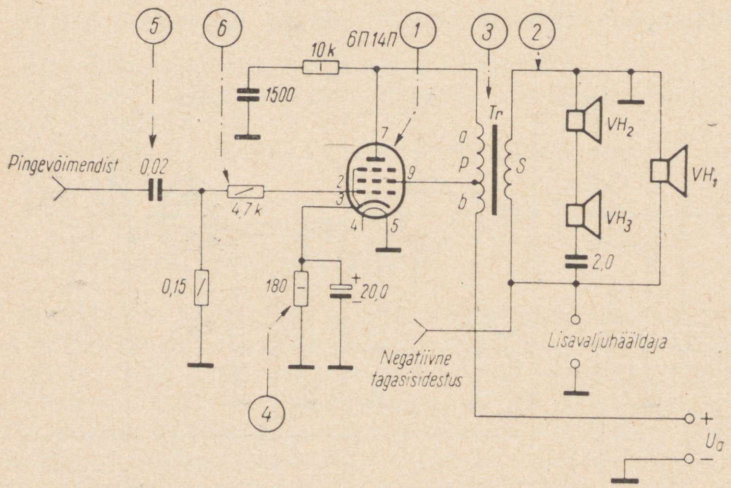
3) väljundtrafo primaarmähis on katkenud või ühenduses sekundaarmähisega;

4) katoodtakistis on katkestus;

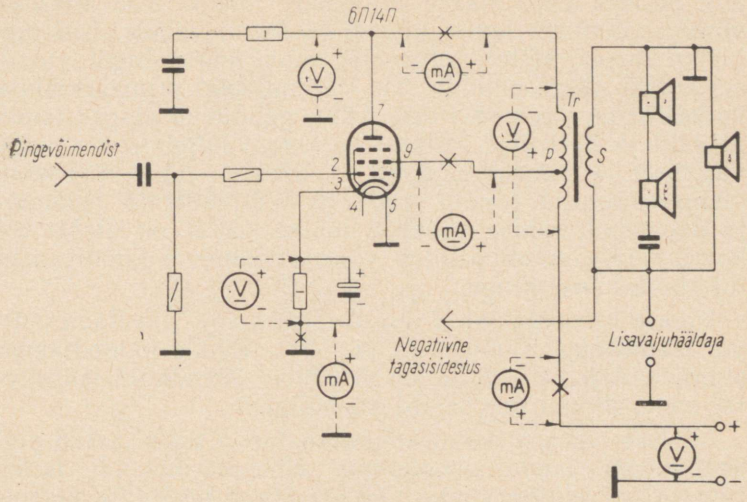
5) ülekandekondensaatoris (sidestuskondensaatoris) on katkestus;

6) kõrgsagedusvoolude summutustakistis on katkestus.

Võimsusvõimendi lambi *1* vead tehakse kindlaks kas vastava lambi asendamise teel samatüübilise korrasoleva lambiga või ta anoodpinge ja -voolu ning varivõrevoolu mõõtmisega (joon. 5.23).



Joon. 5.22. Madalsagedus-võimsusvõimendi proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel



Joon. 5.23. Madalsagedus-võimsusvõimendi anood-, varivõre- ning eelpinge mõõtmine ja anood- ning varivõrevoolude mõõtmine

Väljundtrafo sekundaarmähise ja valjuhääldajate vahelise ühendusjuhtme *2* katkestus või puudulik kontakt esineb kõige sagedamini vastuvõtjates («Festival», «Belaruss»), kus valjuhääldajate elektriline ühendus väljundtrafoga toimub pistiku ja pistikupesa abil. Vastuvõtjais, kus on ainult üks valjuhääldaja, võib vaikimise põhjuseks olla valjuhääldaja ise. Selleks tuleb kõigepealt kontrollida, kas üks võnkepooli painduvatest juhtmetest pole katkenud. Samuti võib esineda võnkepooli mähise katkestus. Võnkepooli korrasolekut on võimalik kontrollida oommeetri abil (mõõtepiirkond $\times$ 1), kusjuures joodetakse lahti võnkepoolist väljundtrafo külge tulev üks ühendusjuhe ning oommeeter ühendatakse võnkepooliga. Kui võnkepool on terve, näitab oommeeter selle takistust (tavaliselt mõni oom).

Väljundtrafo primaarmähise *3* katkestust on võimalik avastada oommeetri abil (joon. 5.24), mis ühendatakse nimetatud mähisega rööbiti. Sel puhul näitab oommeeter kas katkestust või mähise takistust. Ka voltmeetriga on võimalik määrata väljundtrafo primaarmähise korrasole-

kut. Selleks ühendatakse voltmeeter joonise 5.23 kohaselt võimsusvõimendi lambi anoodi ja šassii vahele. Kui mähis on korras, näitab voltmeeter lambi anoodpinget, vastasel korral pinge puudub. Kui väljundtrafo primaarmähise katkestus on lõigus *b* (joon. 5.22), puuduvad pinged lambi anoodil ja varivõrel, katkestuse korral lõigus *a* on pinge varivõrel ja puudub anoodil. Viimasel juhul helendab võimsusvõimendi lambi varivõre. Väljundtrafo primaar- ja sekundaarmähise vahelise lühise korral on alaldi üle koormatud. Samuti puudub võimsusvõimendi lambi anoodil ja varivõrel pinge.

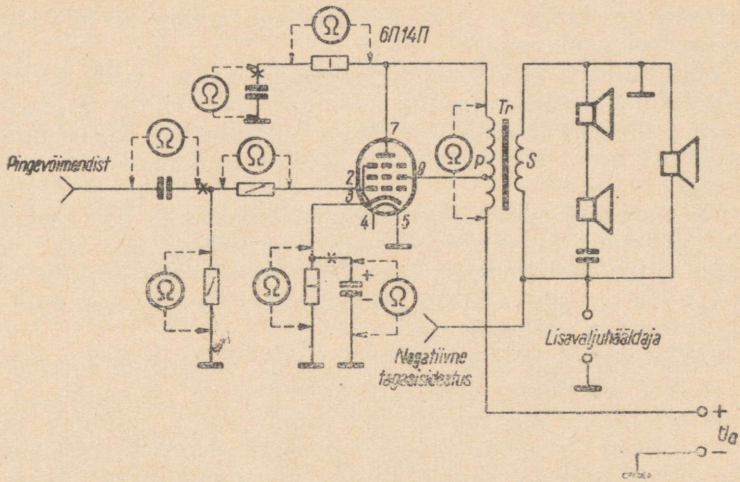
Vigase katoodtakisti *4* avastamiseks võib kasutada volt- või oommeetrit (joon. 5.23 ja 5.24). Rikkis katoodtakisti puhul näitab katoodi ja šassii vahele ühendatud voltmeeter sama pinget mis lambi anoodilgi.

Lühises oleva ülekandekondensaatori *5* puhul satub pingevõimendi lambi anoodpinge võimsusvõimendi lambi tüürvõrele, eelpingestades viimase kõrge positiivse potentsiaaliga. Selle tagajärjel tõuseb lõpplambi anoodvool mitmekordseks ning lamp lakkab töötamast (samaaegselt soojeneb väljundtrafo primaarmähis). Riket saab avastada oommeetri (joon. 5.24) või alalisvoolutoitega huumlampindikaatori abil. Eelnevalt tuleb lahti joota pingevõimendi lambi anoodile suunduv kondensaatori ühendus.

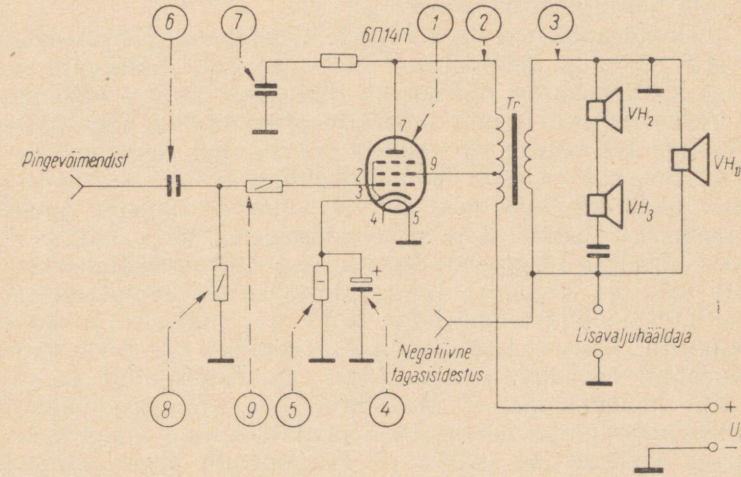
Võimsusvõimendi ei tööta ka siis, kui kõrgsagedusvoolude summutustakisti *6* on vigane. Selle takisti korrasolekut saab kindlaks määrata oommeetriga (joon. 5.24).

Heli on nõrk. Vastuvõtja nõrka heli võivad põhjustada järgmised võimsusvõimendi rikked (joon. 5.25):

1) lamp on osaliselt kaotanud emissiooni;
2) väljundtrafo primaarmähises on kihtide- või keerdudevaheline lühis;
3) väljundtrafo sekundaarmähises esinevad lühiskeerud;
4) katoodkondensaator on kaotanud mahtuvuse;
5) katoodtakisti takistus on suurenenud;
6) ülekandekondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
7) kondensaator on lühises;
8) võretakisti takistus on suurenenud või on selles katkestus;
9) kõrgsagedusvoolude summutustakisti takistus on suurenenud.



Joon. 5.24. Madalsagedus-võimsusvõimendi üksikosade kontrollimine oommeetriga



Joon. 5.25. Madalsagedus-võimsusvõimendi proovipunktid nõrga vastuvõtu korral

Selleks et kindlaks teha, kas viga on lambis, asendatakse see korrasolevaga.

Väljundtrafo primaarmähise *2* lühiskeerde saab kindlaks teha oommeetriga, mis ühendatakse rööbiti väljundtrafo primaarmähisega. Saadud mõõtetulemust võrreldakse tehase poolt primaarmähise kohta antud takistuse suurusega.

Väljundtrafo sekundaarmähise *3* lühiskeerde oommeetri abil avastada ei saa, sest sekundaarmähise takistus on väga väike. Sobivam on kasutada asendusmeetodit, mispuhul kahtlustatava trafo asemele ühendatakse samatüübiline korras väljundtrafo.

Katoodtakistiga rööbiti ühendatud elektrolüütkondensaatori *4* dielektriku takistuse halvenemine vähendab katoodtakistust, selle tagajärjel langeb lambi eelpinge ja koos sellega tõuseb ta anoodvool. Lõpptulemuseks on nõrk vastuvõtt, millega sageli kaasnevad moonutused. Sama juhtub ka nimetatud kondensaatori lühistumisel.

Takistite takistus vananemisel suureneb. Kui sama juhtub võimsusvõimendi lambi katoodtakistiga *5*, siis suureneb lambi võre-eelpinge, mis kutsub esile anoodvoolu vähenemise ning lambile rakendatud anoodpinge tõusu. Sellest tingituna paikneb ümber lambi tööpunkt, mis põhjustab helitugevuse vähenemist.

Ülekandekondensaatori *6* dielektriku vead põhjustavad sageli nõrga ja moonutatud heli tekkimist. Sõltuvalt vigase kondensaatori dielektriku juhtivuse astmest väheneb võimsusvõimendi lambi tüürvõrele rakendatud negatiivne eelpinge kas vähem või rohkem või muutub isegi positiivseks. See kutsub esile lambi tööpunkti nihkumise. Sellist riket saab kindlaks teha nii, et võimsusvõimendi lambi anoodringi ühendatakse milliampermeeter, mille näit peetakse meeles. Järgnevalt lahutatakse ülekandekondensaatori üks ots skeemist ning jälgitakse milliampermeetri osutit. Kui nüüd anoodvoolu suurus jäi endiseks, on kondensaator korras. Anoodvoolu vähenemisel aga tuleb kondensaator asendada uuega, sest ta dielektrik juhib voolu.

Kui kondensaator *7* on lühises, on võimsusvõimendi lambi anoodpinge normaalsest madalam ning kondensaatoriga järjestikune takisti ja väljundtrafo primaarmähis kuumenevad neid läbiva ülemäära tugeva voolu mõjul.

Vigane võretakisti *8* võib kahjustada võimsusvõimendi lampi ja olla nõrga vastuvõtu põhjuseks. Katkestuse puhul

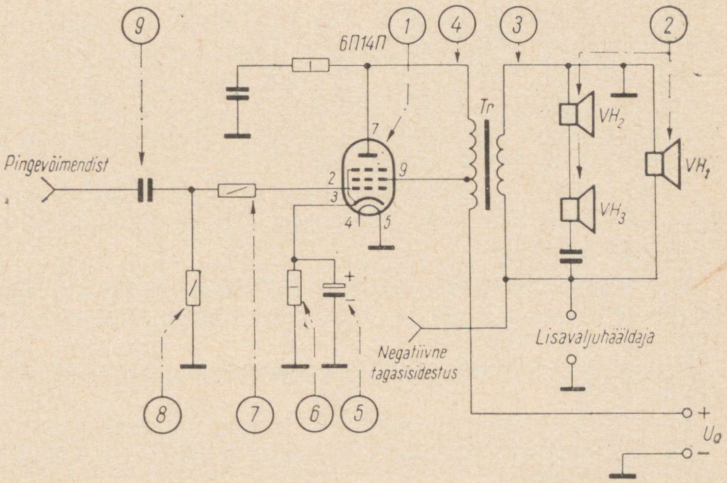
selles takistis ei saa lamp eelpinget, mistõttu ta anoodvool võib mitmekordistuda ning anoodpinge langeda. Selle tagajärjeks on helitugevuse nõrgenemine. Anoodpinge languse tõttu hakkab kõrgema pingega varivõre tööle anoodina ning tugeva voolu mõjul helendama.

Nõrka vastuvõttu võib põhjustada ka rikkis kõrgsagedusvoolude summutustakisti *9*. Selle korrasolekut kontrollitakse oommeetriga või asendatakse see prooviks uuega.

Heli on moonutatud. Võimsusvõimendis võivad tekkida moonutused põhiliselt järgmiste vigade tõttu (joon. 5.26):

1) võimsusvõimendi lamp on vigane;
2) valjuhääldaja membraan või võnkepool pole korras;
3) väljundtrafo sekundaarmähises esineb lühiskeerde;
4) väljundtrafo primaarmähises esineb lühiskeerde;
5) katoodkondensaator on kaotanud mahtuvuse;
6) katoodtakisti takistus on suurenenud;
7) kõrgsagedusvoolude summutustakisti on vigane;
8) võretakisti takistus on muutunud;
9) ülekandekondensaatori dielektrik on juhtiv.

Sageli tekib moonutatud heli valjuhääldajas *2*, mille võnkepool ei asu täpselt õhupilu keskel ja hõõrdub vastu



Joon. 5.26. Madalsagedus-võimsusvõimendi proovipunktid moonutatud vastuvõtu korral

magnetsüsteemi seina. Moonutusi esineb ka sel juhul, kui võnkepooli mähise keerud on lahtised või pool ise on membraani küljest lahti. Kui nimetatud rikkeid pole silmaga märgata, siis on vea kindlakstegemiseks soovitav kahtlustäratav valjuhääldaja asendada proovivaljuhääldajaga.

Katoodtakisti šuntkondensaatori *5* dielektriku takistuse vähenemine põhjustab võimsusvõimendi lambi eelpinge langust, tööpunkti nihkumist ja seega moonutusi.

Vananenud katoodtakisti *6*, mille takistus on suurenenud, põhjustab suurema eelpinge tekkimist, mis nihutab lambi tööpunkti ta tunnusjoone alumise põlviku piirkonda. Seetõttu langeb ka anoodvool ning lõpptulemuseks on heli moonutused.

Kui kõrgsagedusvoolude summutustakisti *7* takistus on suurenenud, tekib tugeva signaali puhul lambis võrelaeng, mis ei saa suurenenud summutustakisti takistuse tõttu otseselt lahenduda (ajakonstant on suur).

Tugevaid moonutusi esineb juhul, kui võretakistis *8* on katkestus, ta takistus on muutunud väga suureks või ta ühendus šassiiga katkenud. Sellisel korral tekivad perioodilised võrelaengu lahendused, mis avalduvad «luksumisena».

Ülekandekondensaator *9*, kui ta dielektriku takistus ei ole küllaldane, võib esile kutsuda tugevaid moonutusi. Sel juhul väheneb negatiivne võre-eelpinge, mille tagajärjel tööpunkt kaldub ülemisse põlvikusse ja suureneb võimsusvõimendi lambi anoodvool. Sellest tingituna esinevad vastuvõtjas tugevad moonutused.

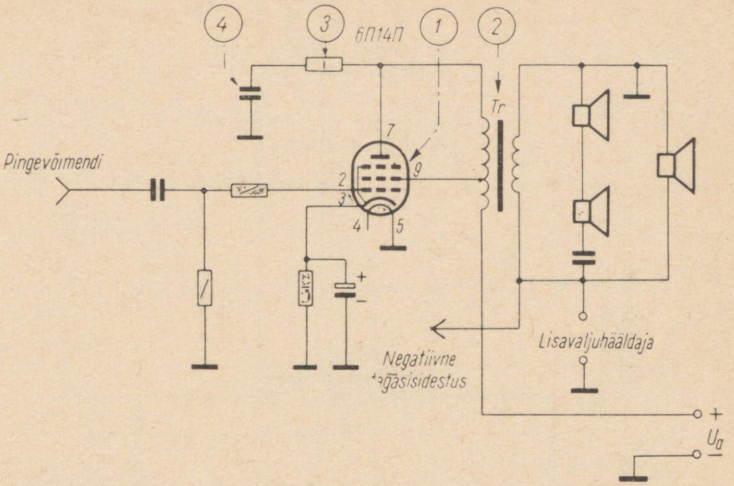
Kõiki loetletud rikkeid takistites ja kondensaatorites on võimalik avastada kas oommeetri või alalisvoolu-huumlampindikaatoriga.

Häiretega vastuvõtt. Võimsusvõimendis võivad esineda peale loetletud vigade veel tugevad häired, nagu mürad, raginad, undamine jne.

Nimetatud häireid võivad põhjustada järgmised vead (joon. 5.27):

1) võimsusvõimendi lamp või ta pesa on defektne;
2) väljundtrafo primaar- ja sekundaarmähise vahel on halb isolatsioon;
3) takisti on vigane;
4) kondensaator on vigane.

Võimsusvõimendi lambi *1* sisedefektid võivad tekitada



Joon. 5.27. Madalsagedus-võimsusvõimendi proovipunktid häiretega vastuvõtu korral

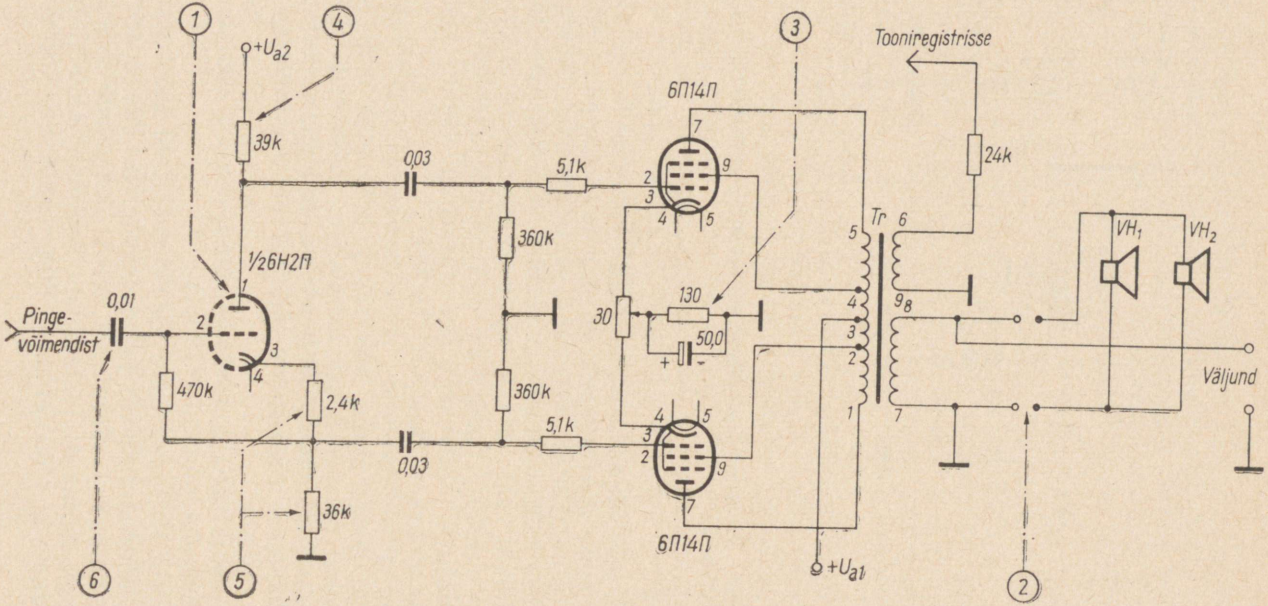
häireid, mis väljenduvad tavaliselt kahinate ja raginatena. Sellise rikke avastamiseks on soovitav kasutada kummivasarat (pliiatsi otsa asetatud kustutuskummi), millega koputatakse kahtlustäratavale lambile. Kui seejuures tekivad raginad või kahinad (või nende olemasolu korral kaovad), siis on lambis ebapüsivad elektroodidevahelised lühised või muutuva juhtivusega keevituskohad, samuti võib esineda lambipesas ebakindel kontakt.

Väljundtrafo primaar- ja sekundaarmähise *2* vahel on küllaltki kõrge pinge, mis sageli põhjustab eriti tugeva heli puhul nendevahelise isolatsiooni riknemist. Mähistevahelises isolatsioonis tekib söestunud koht, mille tagajärjel tekib seal sädelemine, põhjustades vastuvõtjas tugevaid raginaid.

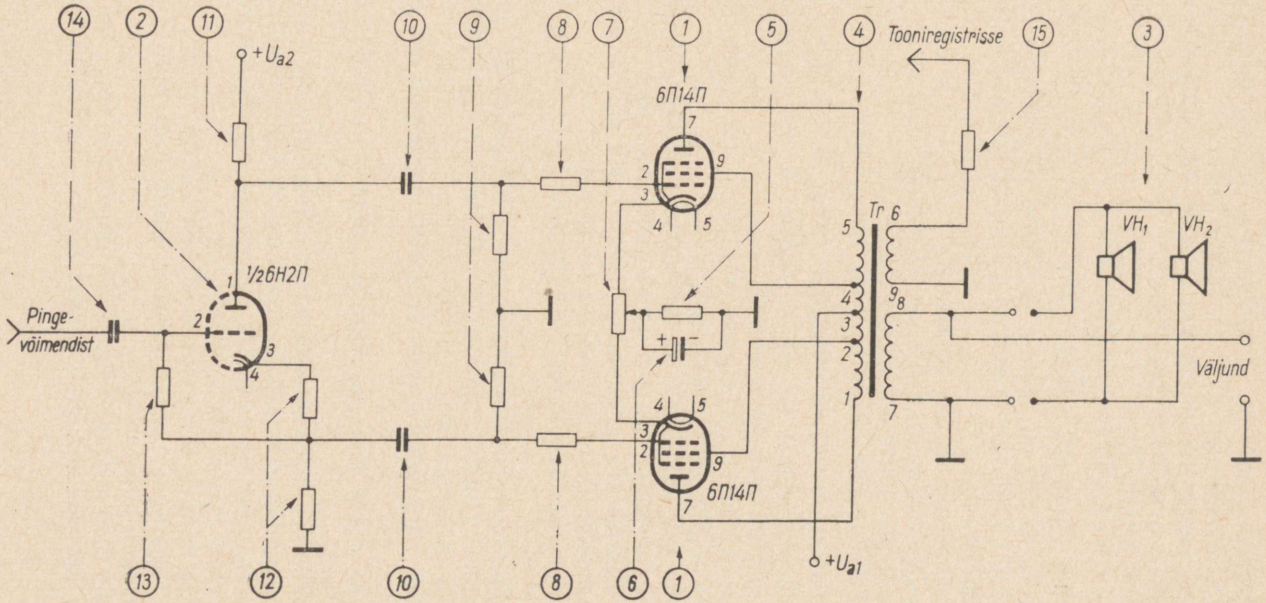
Katkestus takistis *3* või kondensaatoris *4* tekitab võimsusvõimendis undamist (vilet).

Häireid kutsuvad esile paljud defektsed üksikosad (takistid, kondensaatorid) ja nendevahelised ühendused (eriti trükkmontaažis). Seepärast tuleb üksikosade seisukorda, eriti aga montaaži jootepunkte hoolikalt kontrollida.

Üksikosade töökõlblikkust ning ühenduste korrasolekut



Joon. 5.28. Vastastaktvõimendi proovipunktid vastuvõtu puudumisel



Joon. 5.29. Vastastaktvõimendi proovipunktid nõrga ja moonutatud vastuvõtu korral

saab kindlaks määrata oommeetriga, huumlampindikaatoriga või üksikosade väljavahetamise teel.

Rikked vastastaktvõimendis. Vastastaktvõimendis esinevad rikked avalduvad järgmiselt:

puudub vastuvõtt;

heli on nõrk või moonutatud.

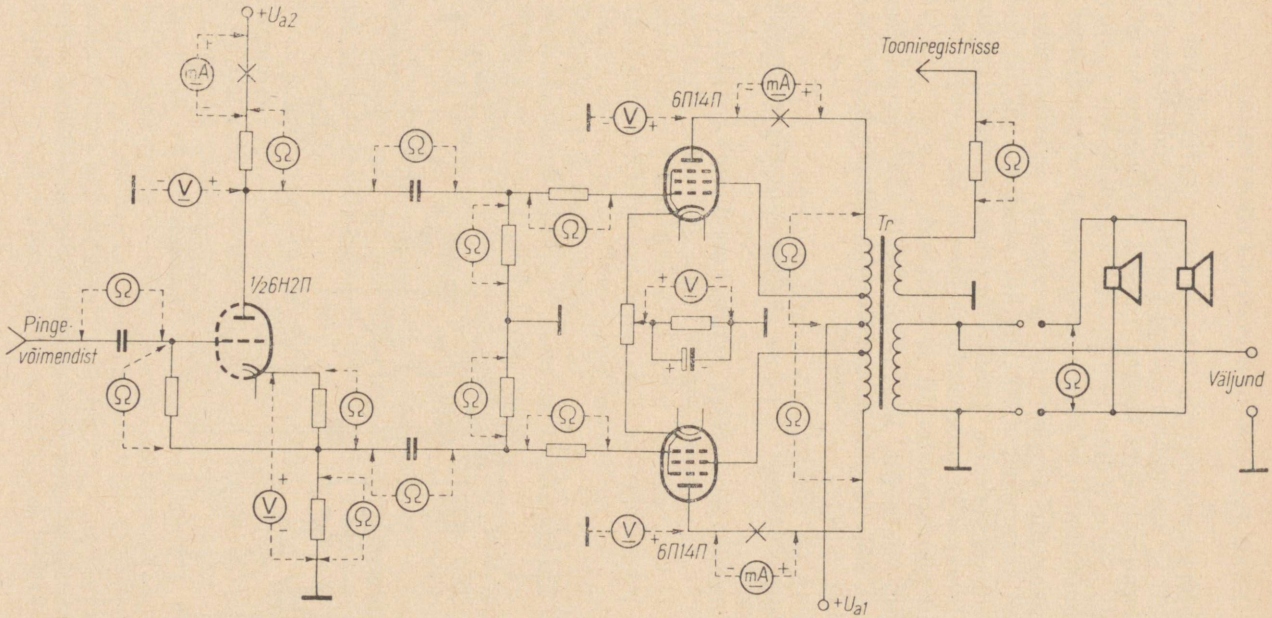
Puudub vastuvõtt (joon. 5.28):

1) lamp 6H2П on vigane (kütteniit on katkenud);
2) valjuhääldajate pistik ja väljundtrafo pistikupesa ei anna ühendust;
3) katoodtakistis on katkestus;
4) anoodkoormustakistis on katkestus;
5) katoodtakistis on katkestus;
6) ülekandekondensaatoris on katkestus.

Heli on nõrk või moonutatud (joon. 5.29):

1) üks lampidest on rikkis (kütteniit on katkenud või on lamp kaotanud emissiooni);
2) lamp 6H2П on vigane (kütteniit on katkenud või on lamp kaotanud emissiooni);
3) ühe valjuhääldaja membraan on vigane, võnkepool on tsentrist nihkunud või omab lahtisi keerde;
4) väljundtrafo primaarmähises esineb lühiskeerde;
5) katoodtakisti takistus on suurenenud;
6) katoodkondensaator on lühistunud või ei oma mahtuvust;
7) sümmetreerimispotentsiomeetri liugkontakt ei asu õigel kohal (liugkontakti tuleb nihutada nii, et võrgumüra oleks minimaalne);
8) üks kõrgsagedusvoolude summutustakisti on defektne;
9) üks võretakisti on vigane (suurenenud takistus või katkestus);
10) ühe ülekandekondensaatori dielektrik on halb;
11) anoodkoormustakisti takistus on suurenenud;
12) faasipööraja takistite takistused on muutunud;
13) võretakistis on katkestus;
14) ülekandekondensaatori dielektrik on halb;
15) negatiivse tagasisidestuse vooluringi takisti on vigane (omab katkestust).

Joonis 5.30 näitab, kuhu tuleb ühendada volt-, oom- või milliampermeeter vigade avastamiseks vastastaktvõimendis.



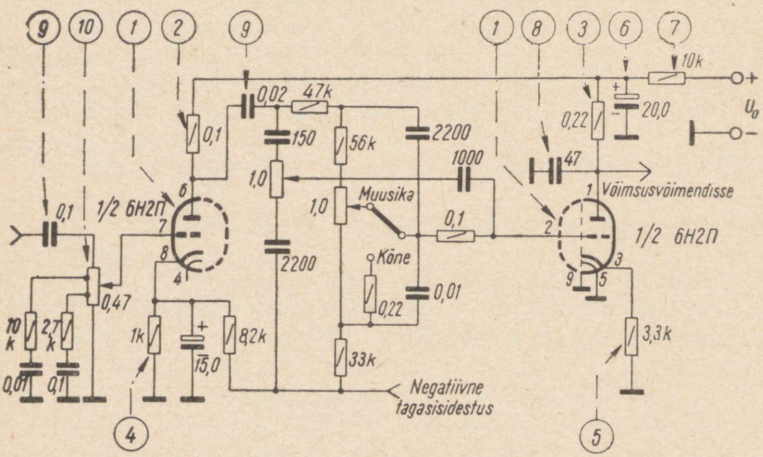
Joon. 5.30. Avomeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks vastastaktvõimendis

Kui võimsusvõimendis rikkeid ei avastatud või need kõrvaldati ja vastuvõtja ikkagi vaikib või töötab korratult, tuleb järgnevalt võtta kontrollimisele madalsagedus-pingevõimendi. Selle astme põhilisteks vigadeks on vastuvõtu täielik puudumine, nõrk või moonutatud heli ja häired.

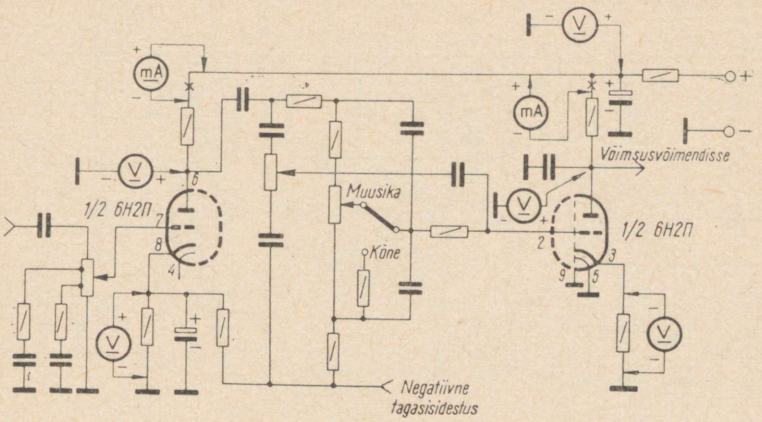
Madalsagedus-pingevõimendi vigade avastamiseks on vajalikud järgmised mõõteriistad, seadised ja üksikosad: helisagedusgeneraator (multivibraator), avomeeter, huumlampindikaator ja proovimiseks korras lamp ning mitmesuguseid kondensaatoreid ja takisteid.

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu (heli) täieliku puudumise põhjuseks võivad olla pingevõimendi allpool loetletud rikked (joon. 5.31):

1) lamp on rikkis;
2) pingevõimendi esimese astme anoodkoormustakisti pole korras;
3) pingevõimendi teise astme anoodkoormustakisti pole korras;



Joon. 5.31. Madalsagedus-pingevõimendi proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel



Joon. 5.32. Volt- ja milliampermeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks madalsagedus-pingevõimendis

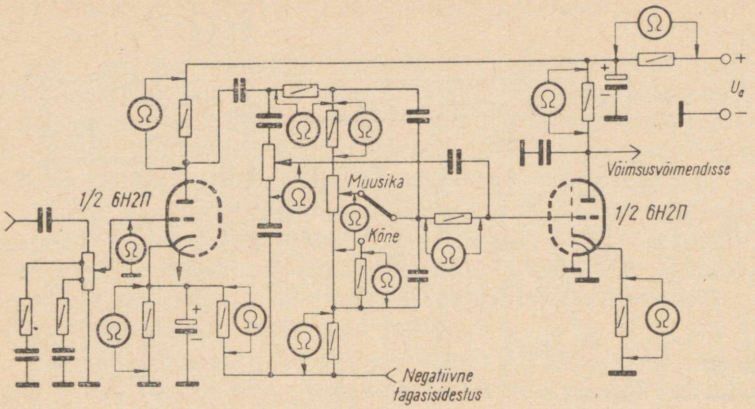
4) esimese astme katoodtakisti pole korras;
5) teise astme katoodtakisti pole korras;
6) lahtisidestusfiltri kondensaator on lühises;
7) lahtisidestusfiltri takistis on katkestus;
8) kondensaator on lühises;
9) ülekandekondensaatori ühendus on katkenud;
10) helitugevusregulaator pole korras.

Sageli lakkab töötamast üks lambi 6H2П trioodidest *1* selle katoodi kuumutava kütteniidi katkemise tõttu (silmaga nähtav viga). Lühistunud lahtisidestuskondensaator *6* põhjustab lahtisidestustakisti *7* ülearust kuumenemist, mille tagajärjel see takisti võib isegi läbi põleda. Lühis kondensaatoris *8* võib samuti põhjustada anoodkoormustakisti *3* riknemist.

Volt- ja ampermeetrite rakenduspunktid pingevõimendi rikete avastamiseks on näidatud joonistel 5.32 ja 5.33.

Heli on nõrk või moonutatud. Nõrga ja moonutatud heli puhul esinevad esmajoones järgmised vead (joon. 5.34):

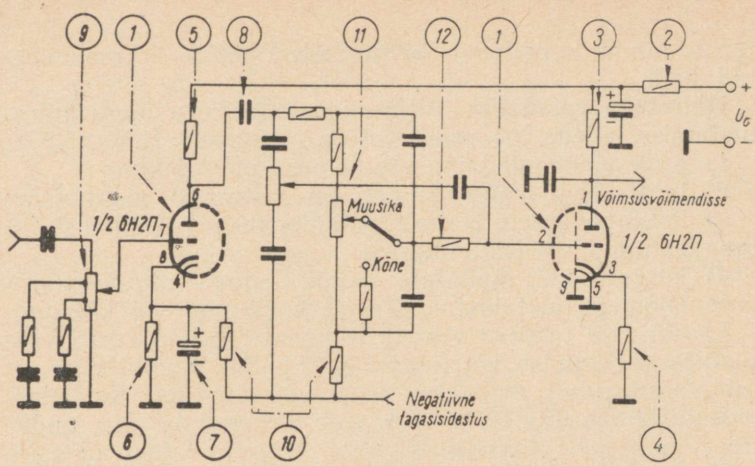
1) lamp on vananenud (emissiooni kaotanud);
2) lahtisidestustakisti takistus on suurenenud;
3) esimese astme anoodkoormustakisti on vananenud;
4) teise astme katoodtakisti takistus on suurenenud;
5) esimese astme anoodkoormustakisti on vananenud;
6) esimese astme katoodtakisti takistus on suurenenud;



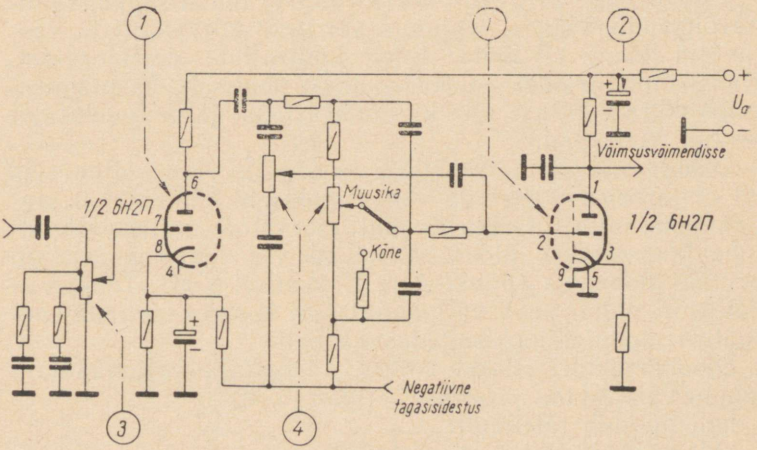
Joon. 5.33. Oommeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks madalsagedus-pingevõimendis

7) katoodkondensaator on mahtuvuse kaotanud või lühistunud;
8) ülekandekondensaatori dielektrik juhib osaliselt alalisvoolu;
9) helitugevusregulaator on vigane;
10) üks takistitest on rikkis;
11) madalate helide sujuv regulaator on vigane;
12) takisti on vigane.

Lahtisidestusfiltri takisti *2* takistuse suurenemisel vähenevad pingevõimendusastme lambi anoodpinged ja sellega astme võimendus. Vananenud katoodtakistid *4* ja *6*, millede takistus on suurenenud, põhjustab kõrge võre-eelpinge tekkimist, mistõttu väheneb anoodvool ning paikneb ümber lambi tööpunkt. Katoodtakisti šuntkondensaatori *7* lühis või dielektriku takistuse vähenemine kondensaatori vananemise tõttu põhjustab pingevõimendi lambi eelpinge langust (lühise puhul puudub üldse eelpinge), tööpunkti nihkumist ja sellest tingitud moonutusi. Mahtuvuse kaotanud katoodkondensaator *7* kutsub esile negatiivse tagasisidestuse tugevnemise ja koos sellega ka heli nõrgenemise. Nimetatud vigade avastamiseks on soovitav vana kondensaator asendada prooviks korrasolevaga. Katkestusega parempoolne takisti *10* põhjustab lambi 6Н2П (parempoolne triood) eelpinge languse, mille tagajärjel suu-



Joon. 5.34. Madalsagedus-pingevõimendi proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral



Joon. 5.35. Madalsagedus-pingevõimendi proovipunktid häiretega vastuvõtu korral

reneb lambi anoodvool, põhjustades nõrka ja moonutatud heli.

Häiretega vastuvõtt. Mitmesuguste häirete, nagu müra, undamise, vilede jne. põhjused on järgmised (joon. 5.35):

1) pingevõimendi lamp või ta pesa on defektne;
2) lahtisidestuskondensaator on kaotanud mahtuvuse;
3) helitugevusregulaatori potentsiomeetri takistuskeha on mustunud või kulunud;
4) kõrgete või madalate helide sujuva reguleerimise potentsiomeetrite takistuskeha on mustunud või kulunud.

Lambi *1* ja ta pesa vead avalduvad raginana eriti vastuvõtja põrutamise või tugeva heli puhul. Lambi viga on nimetatud juhul avastatav asendusmeetodiga. Ka lahtisidestuskondensaatori *2* viga võib väljenduda vile, undamise ja sageli «luksumise» näol. Häireid kutsuvad esile paljud defektsed üksikosad (takistid, kondensaatorid) ja nendevahelised ühendused. Seepärast tuleb hoolikalt kontrollida üksikosade seisukorda, eriti aga trükkmontaaži jootepunkte.

5.6. RIKKED AMPLITUUD- JA SAGEDUSDETEKTORIS

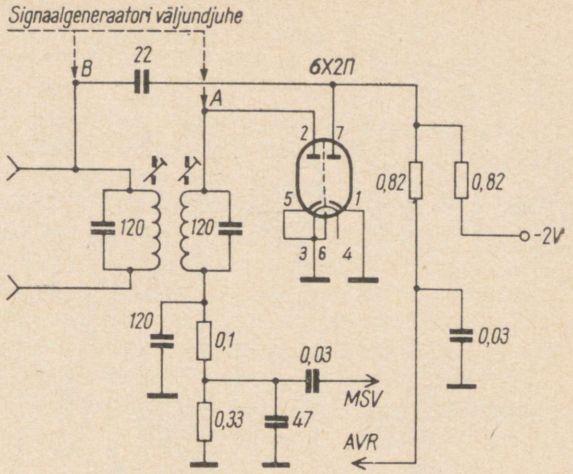
Üldist. Kui vastuvõtja korrastamisel madalsagedus-pingevõimendis vigu ei leidunud või need kõrvaldati ja vastuvõtja ikkagi ei tööta, tuleb kontrollida detektorastet. Kaksikdiood-trioodi ja kaksikdiood-pentoodi kasutamisel tuleb võtta vaatluse alla ka lambi triood- ja pentoodosaga seotud üksikosad.

Diooddetektori korrasoleku esialgseks kontrollimiseks on otstarbekas kasutada vahesagedusele häälestatud signaalgeneraatorit (sobib ka multivibraator), mille väljundjuhe ühendatakse dioodi anoodiga või vahesagedustrafo primaarmähisega (punkt *A* ja *B* joonisel 5.36). Töökorras detektori puhul peab valjuhääldajast kostma signaalgeneraatori modulatsioonisagedusega heli.

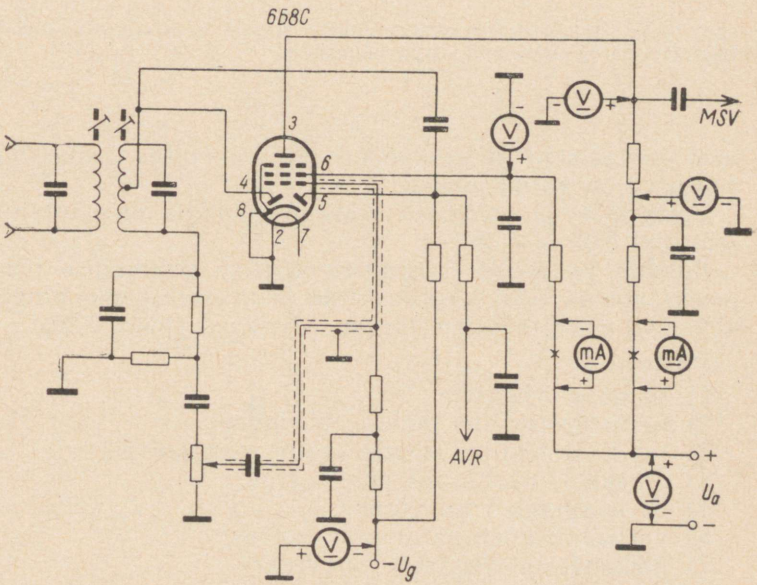
Diooddetektori rikked võivad vastuvõtja valjuhääldaja kaudu väljenduda järgmiselt (joon. 5.36):

heli puudub täielikult;
heli on nõrk või moonutatud;
heliga kaasnevad häired.

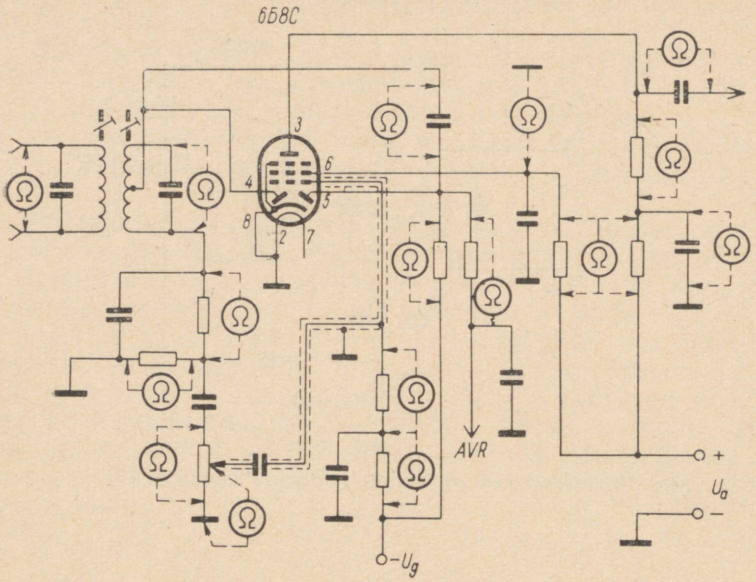
Rikete avastamiseks on tarvilikud signaalgeneraator (multivibraator), avomeeter, töökorras kaksikdiood-pen-



Joon. 5.36. Signaalgeneraatori väljundjuhtme ühenduspunktid diood-detektoriga



Joon. 5.37. Voltmeetri ja milliampermeetri rakenduspunktid diooddetektori ja madalsagedus-pingevõimendi vigade avastamiseks



Joon. 5.38. Oommeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks dioodd-detektoris ja madalsagedus-pingevõimendis

tood ja takisteid ning kondensaatoreid, mille keskmised suurused on antud joonisel 5.36.

Voltamper- ja oommeetri rakenduspunktid on näidatud joonistel 5.37 ja 5.38.

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu täieliku puudumise põhjuseks võivad olla detektorastme ja madalsagedus-pingevõimendi esimese astme järgmised rikked (joon. 5.39):

Pentoodosas:

1) lamp on rikkis;
2) lahtisidestusfiltri takisti on vigane;
3) lahtisidestusfiltri kondensaator pole korras;
4) anoodkoormustakisti pole korras;
5) varivõretakisti on vigane;
6) varivõrekondensaator pole korras;
7) ülekandekondensaator on vigane.

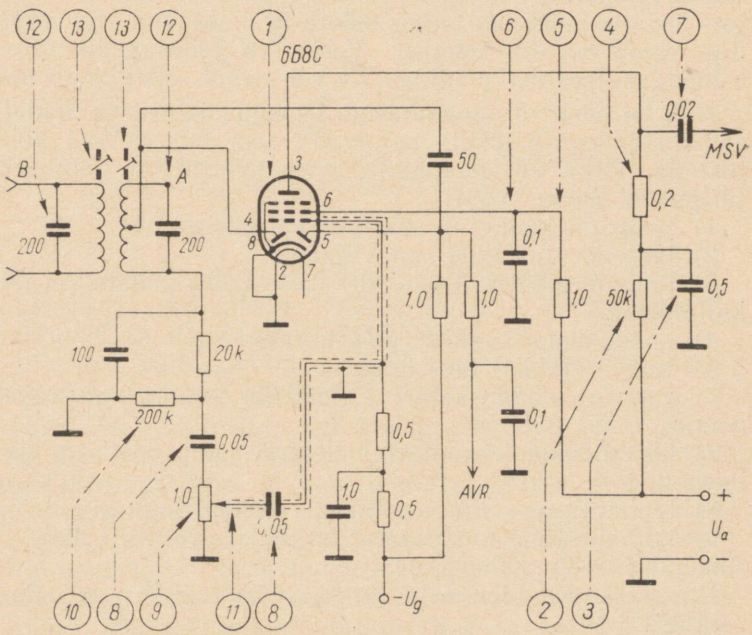
Dioodosas:

8) sidestuskondensaatoris on katkestus;

9) helitugevusregulaator on vigane;
10) dioodi koormustakisti on vigane;
11) varjestatud võrejuhe on ühendunud varjega;
12) vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorite mahtuvused on muutunud (ebahäälestus);
13) sama vahesagedustrafo võnkeringide poolid pole korras või nende magnetodielektrikust poolisüdamikud on oma asendit muutnud (ebahäälestus).

Kõigepealt tuleb kindlaks teha, kas viga peitub madalsagedus-pingevõimendis või diooddetektoris. Selleks pööratakse helitugevusregulaator maksimaalsele helitugevusele ja puudutatakse kruvikeeraja metallosaga lambi tüürvõret. Juhul kui valjuhääldajast kostab tugev urin, on madalsagedus-pingevõimendi korras.

Vastuvõtja vaikimist põhjustavate rikete avastamiseks detektorastmes on tarvis helisagedusega moduleeritud ja



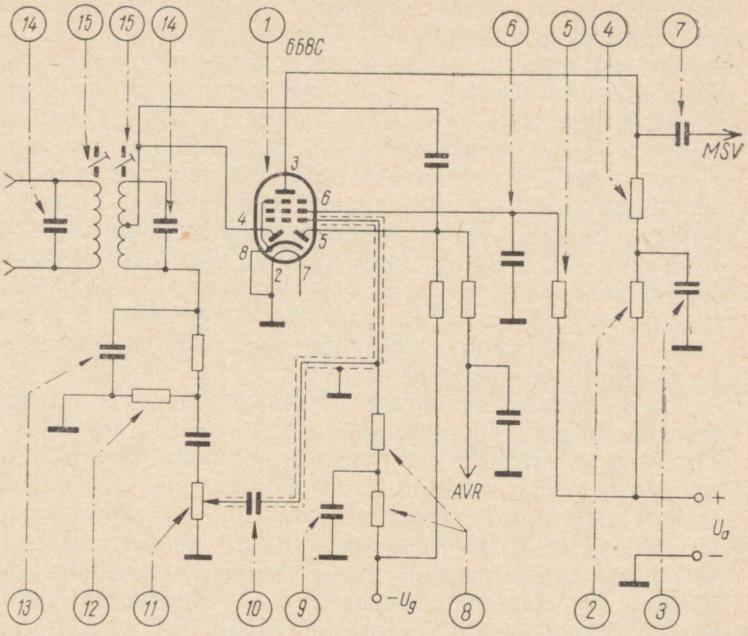
Joon. 5.39. Diooddetektori ja madalsagedus-pingevõimendi proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

vahesagedusele häälestatud signaalgeneraator ühendada joonise 5.39 järgi punkti *A* või *B*.

Vastuvõtja vaikib, kui diooddetektori ja madalsagedus-pingevõimendi lambi *1* kütteniit on katkenud. Pingevõimendi ei tööta, kui lambi lahtisidestustakistis *2* või anoodkoormustakistis *4* on katkestus. Lühistunud lahtisidestuskondensaator *3* põhjustab lahtisidestustakisti ülearuse kuumenemise, mille tagajärjel see takisti võib läbi põleda. Mõlemal juhul puudub lambi anoodil pinge. Kui dioodi koormustakistis *10* on katkestus, ei teki lambi võrel helisageduslikku pinget, mistõttu vastuvõtja ei tööta. Kui pentoodosa võrele suunduvas varjestatud juhtmes *11* on lühis, maandatakse helitugevusregulaatorist saadud helisageduspinge. Ka vahesagedustrafo vead võivad sageli olla vastuvõtja vaikimise põhjuseks. Üheks vahesagedustrafo veaks on ta võnkeringide kondensaatorite *12* mahtuvuse vähenemine, mille tagajärjel vahesagedus on muutunud ettenähtust kõrgemaks. Sel puhul tuleb kondensaatori üks ots joota lahti ning mõõta ta mahtuvust. Ka asendusmeetod on siin kohane. Veel võib vahesagedustrafos esineda katkestusi poolides *13* või nende otste joodetes.

Heli on nõrk või moonutatud. Diooddetektoris ja madalsagedus-pingevõimendis peituvad vead, mis võivad põhjustada nõrka või moonutatud vastuvõttu, on põhiliselt järgmised (joon. 5.40):

1) lamp on kaotanud osaliselt emissiooni;
2) lahtisidestustakisti on vigane;
3) lahtisidestuskondensaatori dielektriku takistus ei ole küllaldane;
4) anoodkoormustakisti pole korras;
5) varivõretakisti on vigane;
6) varivõrekondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
7) ülekandekondensaatori dielektrik juhib osaliselt alalisvoolu;
8) lahtisidestus- või võretakistis esineb katkestus;
9) lahtisidestuskondensaator on lühises või selle dielektriku takistus on vähenenud;
10) sidestuskondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
11) helitugevusregulaator on vigane;
12) dioodi koormustakisti takistus on muutunud liialt suureks;



Joon. 5.40. Dioodidetektori ja madalsagedus-pingevõimendi proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

13) dioodi filterkondensaator on vigane;

14) vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorite mahtuvus on muutunud (ebahäälestus);

15) sama trafo poolide induktiivsus on muutunud või esinevad nendes poolides lühiskeerud.

Nõrka heli põhjustab emissiooni kaotanud lamp *1*. Vananemise tõttu suurenenud takistusega lahtisidestus- ja anoodkoormustakisti *2* ja *4* tekitavad suure pingelangu, mistõttu pingevõimendi lambi anoodile rakendatud pinge madaldub. See omakorda vähendab lambi võimendustegurit ning paigutab ta tööpunkti tunnusjoone alumisse kõverasse ossa, mille lõppresultaadiks on nõrk heli ning moonutused. Vananenud varivõretakisti *5* ja halva dielektrikuga varivõre lahtisidestuskondensaatori *6* puhul on varivõrepinge madal, mistõttu väheneb lambi võimendustegur ning paikneb ümber ta tööpunkt. Nõrka ja moonutatud

heli põhjustab sageli sidestuskondensaator *7* ja *10*, kui selle dielektrik on osaliselt muutunud juhtivaks. Sel puhul rakendub järgneva astme lambi (võimsusvõimendi) tüürvõrele pingevõimendi lambi anoodringist osaliselt positiivne pinge, mistõttu selle lambi negatiivne eelpinge väheneb. Kui sidestuskondensaatori dielektriku takistus on suuremal määral vähenenud, siis võib eelpinge nimetatud lambi tüürvõrel muutuda isegi positiivseks. Nimetatud nähtuse tõttu suureneb võimsusvõimendi lambi anoodvool ning tööpunkt ta tunnusjoonel nihkub võrevoolu piirkonda, põhjustades seega nõrka ja eriti moonutatud heli. Katkestusega takistid *8* või lühises olev kondensaator *9* põhjustavad pingevõimendi lambi tüürvõrel eelpinge puudumise ja järelikult moonutatud heli.

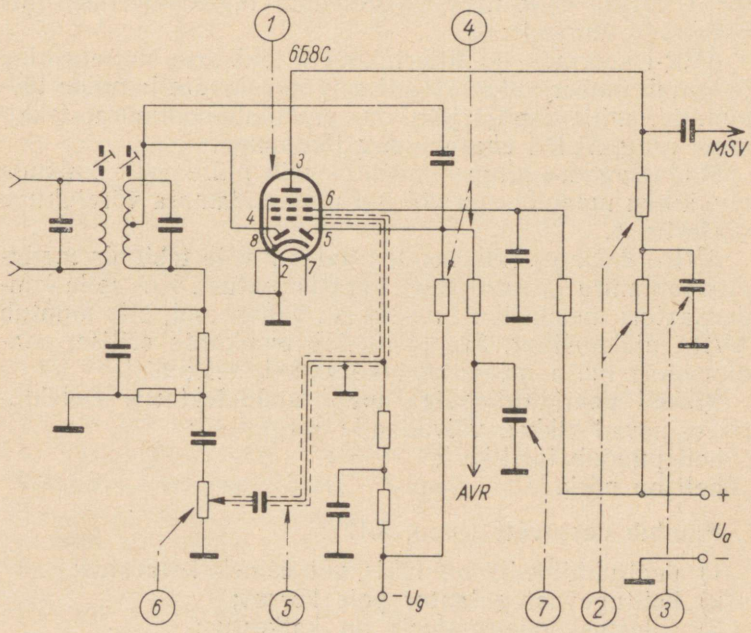
Dioodi filterkondensaatori *13* dielektriku takistuse vähenemine ning ta koormustakisti *12* katkestus või selle takistuse suurenemine kutsuvad esile dioodi tööpunkti nihkumise ja seega moonutusi. Detektoripoolse vahesagedustrafo võnkeringide vähenenud mahtuvusega kondensaatorid *14* on samuti helitugevuse languse põhjustajaiks, sest sel puhul on nimetatud võnkeringide resonantsisagedus kõrgem kui eelnevatel vahesagedus-võnkeringidel. Sellise vea avastamiseks häälestatakse vastuvõtja nõrgalt kuuldavale jaamale ning ühendatakse vahesagedus-võnkeringi kondensaatoriga rööbiti trimmer. Kui viimase mahtuvuse muutmisel selgub, et helitugevus trimmeri mingis asendis on suurim, siis on vaja vastava võnkeringi kondensaator vahetada. Pärast seda peab vahesagedus-võnkeringe häälestama.

Nõrka heli ja vastuvõtja tundlikkuse langust võivad põhjustada ka vigased vahesagedus-võnkeringide poolid *15*. Juhul kui need on keritud kõrgsageduslitsest, võib esineda viimase üksikute kiudude katkemist kas pooli sees või sagedamini selle otste jootekohtades. Katkenud kiud vähendavad võnkeringi hüvetegurit, mis omakorda kutsub esile vastuvõtja tundlikkuse langemise. Vahesagedus-võnkeringide poole on võimalik kontrollida nende takistuse mõõtmise teel mõõtesillaga. Saadud mõõtetulemusi võrreldakse seejärel tehase andmetega. Logisevad ja oma õigest asendist äranihkunud poolisüdamikud muudavad poolide induktiivsust ja viivad seega võnkeringid resonantsist välja. Sellisel juhul tuleb vahesagedus-võnkeringe uuesti häälestada.

Häiretega vastuvõtt. Diooddetektoris ja sellele järgnevas pingevõimendusastmes esineb sageli vigu, mis võivad põhjustada mitmesuguse iseloomuga häireid. Need avalduvad tavaliselt müra, ragisemise ja viledena. Nimetatud häireid ei tule ära segada atmosfääriliste ja tööstuslike häiretega, mis satuvad vastuvõtjasse antenni ja elektrivõrgu kaudu.

Alljärgnevas loetelus on toodud kaksikdiood-pentoodiga töötavas diooddetektoris ja madalsagedus-pingevõimendis tekkida võivate häirete põhjused (joon. 5.41):

1) lamp on korrast ära;
2) anoodkoormus- või lahtisidestustakisti on vigane;
3) anoodi lahtisidestuskondensaator on vigane;
4) AVR-i dioodi koormus- ja filtertakisti takistus on suurenenud;
5) võre varjestatud juhe on maandamata;



Joon. 5.41. Diooddetektori ja madalsagedus-pingevõimendi proovipunktid häiretega vastuvõtu korral

6) helitugevusregulaatori potentsiomeetri takistuskeha pind on kulunud või mustunud;
7) AVR-i filterkondensaator on defektne.

Peale üksikosade vigade võivad häirete põhjustajaiks olla veel ühendusjuhtmete halvad jooted ning puudulikud ühendused šassiiga.

Lambi *1* elektroodide vigastused või nende puudulikud ühendused tekitavad vastuvõtjas hooti raksatusi. Lambi kütteniidi ja katoodi vahelise puuduliku isolatsiooni tõttu on vastuvõtjast kuulda 50-Hz sagedusega võrgumüra. Peale nimetatud vigade võib defektses lambis esineda mikrofoniefekt, mispuhul võnkuvate elektroodidega lambi ja valjuhääldaja vahel tekib akustiline tagasisidestus. See nähtus väljendub tavaliselt suure helitugevuse puhul undamise, kõrvalhelide ja klirinana.

Vananenud anoodkoormus- ja lahtisidestustakisti *2* tekitab vastuvõtjas sageli ebakorrapäraseid raginaid. Täielikult mahtuvuse kaotanud anoodi lahtisidestuskondensaator *3* kutsub esile madalsagedusliku tagasisidestuse, mis väljendub undamisena.

AVR-i koormus- ja filtertakisti *4* takistuse suurenemine paigutab ümber automaatselt eelpingestavate lampide tööpunktid, mille tagajärjeks on modulatsioonimüra tekkimine ning AVR-i ebarahuldav töötamine.

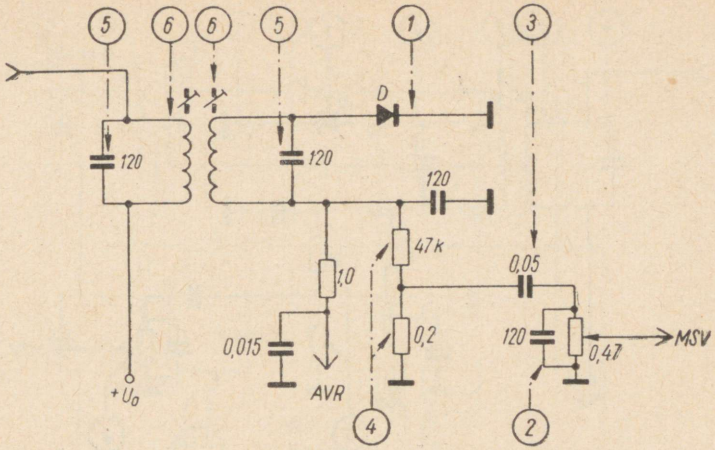
Madalsagedus-pingevõimendis võib müra esile kutsuda puuduliku maandusega või üldse maandamata võrejuhtme varjestus *5*.

AVR-i defektne filterkondensaator *7* võib tekitada modulatsioonimüra ja positiivset tagasisidestust. Kui selle kondensaatori dielektriku takistus on vähenenud, siis muutub AVR-i ajakonstant. See põhjustab omakorda erilise, paadimootori müra meenutava kõrvalheli tekkimist.

Rikked pooljuhtdioodiga amplituuddetektoris. Detektoris esinevad rikked võivad olla järgmised:
heli puudub täielikult;
heli on nõrk.

Puudub vastuvõtt (joon. 5.42):

1) pooljuhtdioodis on lühis või esineb katkestus;
2) helitugevusregulaator pole korras;
3) sidestuskondensaatoris on katkestus;
4) kõrgsagedusvoolude tõkestus- või dioodi koormustakistis on katkestus;



Joon. 5.42. Pooljuhtdioodiga amplituuddetektori proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

5) vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorite mahtuvus on tunduvalt vähenenud (ebahäälestus);
6) vahesagedustrafo võnkeringis on katkestus.

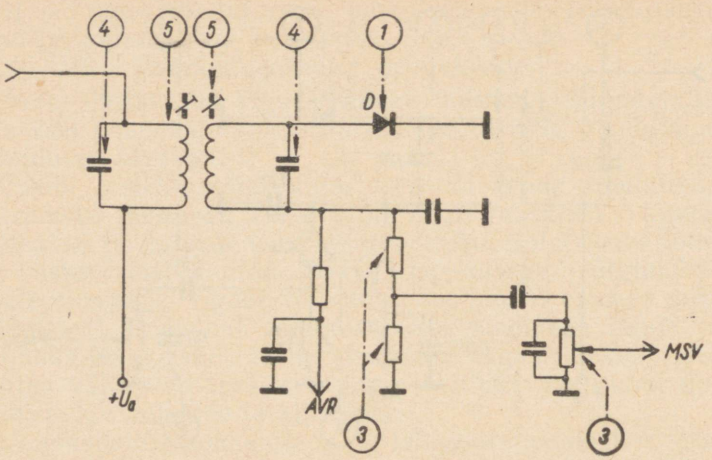
Heli on nõrk (joon. 5.43):

1) pooljuhtdioodi vastutakistus on tunduvalt vähenenud (alla 50 . . . 100 kΩ);
2) helitugevusregulaator on vigane (takistuskeha pind on mustunud või kulunud);
3) kõrgsagedusvoolude tõkestus- või dioodi koormustakisti on muutunud liialt suureks;
4) vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorite mahtuvus on vähenenud või nende dielektrik on juhtiv;
5) vahesagedustrafo poolides esinevad lühiskeerud.

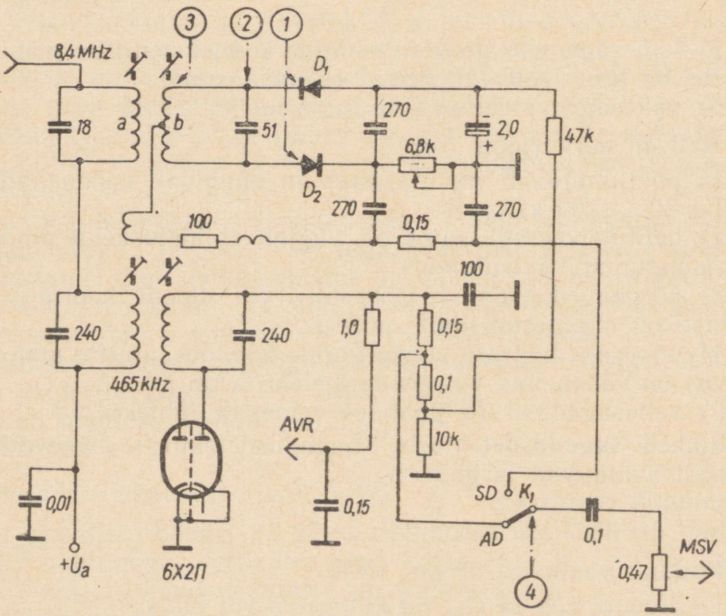
Rikked sagedusdetektoris. Sagedusdetektoris esinevad rikked avalduvad järgmiselt:
puudub vastuvõtt;
heli on nõrk või moonutatud.

Puudub vastuvõtt (joon. 5.44):

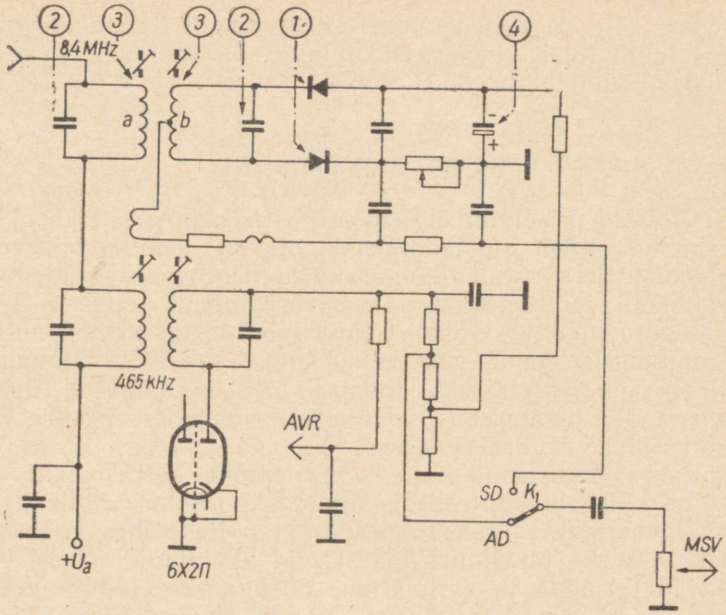
1) dioodis (D_1 ja D_2) on katkestus või lühis;
2) kondensaatoris on katkestus;
3) vahesagedus-võnkeringi poolis on katkestus;



Joon. 5.43. Pooljuhtdioodiga amplituuddetektori proovipunktid nõrga vastuvõtu korral



Joon. 5.44. Sagedusdetektori proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel



Joon. 5.45. Sagedusdetektori proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

4) amplituud- ja sagedusdetektori ümberlüliti on rikkis (ULL vastuvõtul lüliti K_1 ei lülita sagedusdetektorit tööle).

Heli on nõrk või moonutatud (joon. 5.45):

1) üks dioodidest on rikkis (katkestus või tõkkesuunaline takistus on liiga väike);

2) kondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;

3) vahesagedustrafo poolide induktiivsus on muutunud (ebahäälestus);

4) kondensaatori dielektrik on juhtiv.

Nõrka heli põhjustavad sagedusdetektori pooljuhtdioodid, kui nende tõkke- ja pärijuhtivuste suhe on vähenenud. Kahinaga ja moonutatud heli esineb juhul, kui sagedusdetektori nullpunkt on ära nihkunud pooljuhtdioodide ebaühtlaste parameetrite tõttu.

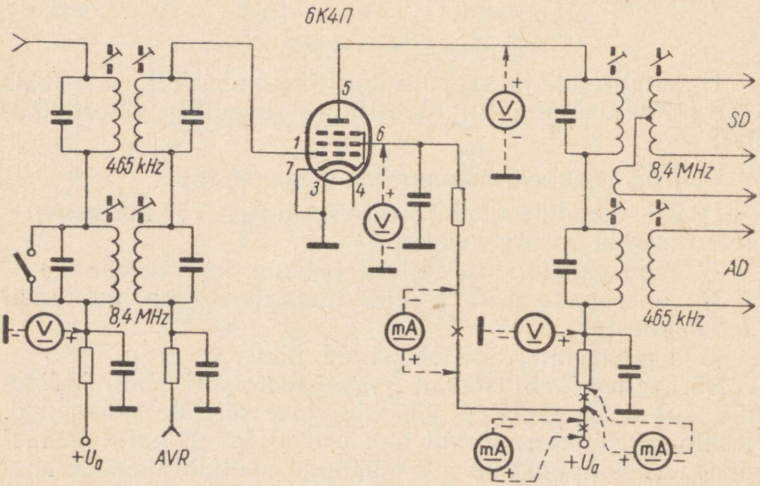
Kui sagedusdetektori üksikosad on korras ja signaalitugevus normaalne, võib kahiseva ja moonutatud heli põh-

juseks olla sagedusdetektori võnkeringide ebahäälestus. Sel juhul tuleb võnkeringid häälestada vastavalt 7. peatükis toodud juhistele.

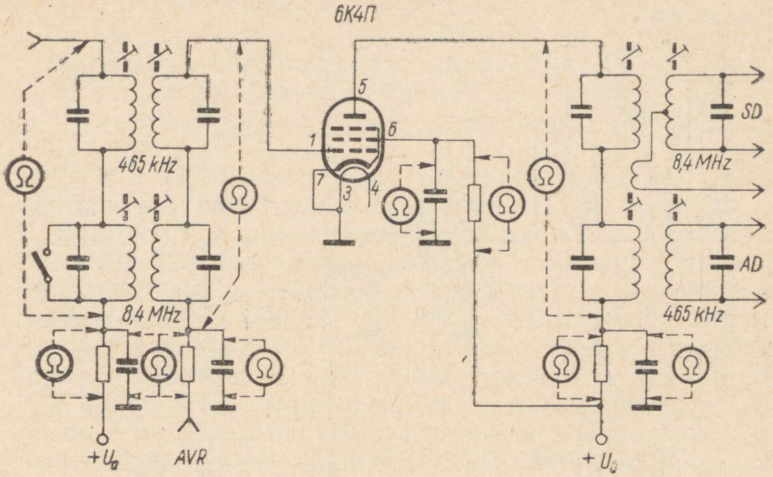
5.7. RIKKED VAHESAGEDUSVÕIMENDIS

Üldist. Kui selgus, et seni proovitud astmetes rikkeid ei esinenud, tuleb alustada nende otsimist vahesagedusvõimendist. Selleks tuleb kõigepealt kontrollida vahesagedusvõimendi lambi anood- ja varivõrepingeid joonisel 5.46 näidatud punktide vahel. Samal joonisel on toodud milliampermeetri ühendamise kohad anood-, varivõre- ja emissioonvoolu mõõtmiseks. Joonisel 5.47 on näidatud, kuhu ühendada oommeeter vahesagedusvõimendi üksikosade korrasoleku kontrollimiseks.

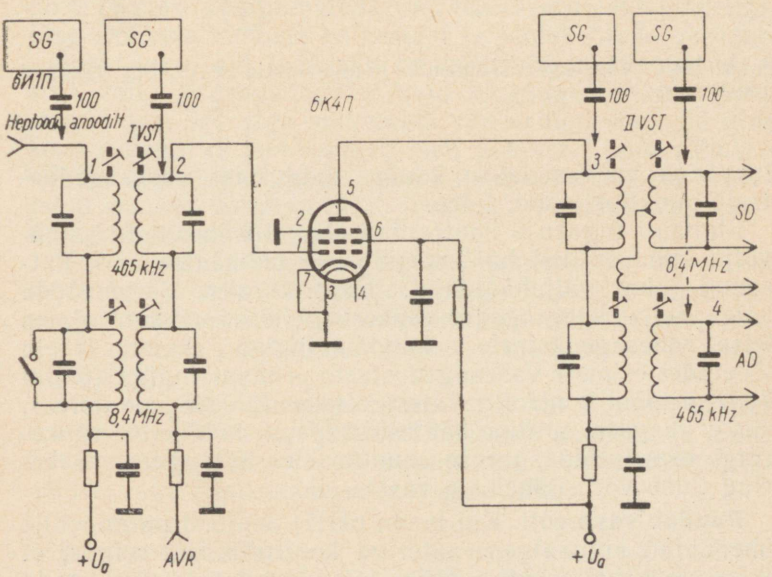
Vahesagedusastmete ja -võnkeringide korrasolekut on kõige hõlpsam kontrollida signaalgeneraatori abil. Signaalgeneraator häälestatakse vastuvõtja vahesagedusele (lühi-, kesk-, pikklainel 465 kHz ja ultralühilainel 8,4 või 6,5 MHz) ning ta väljundjuhe ühendatakse 100-pF mah-



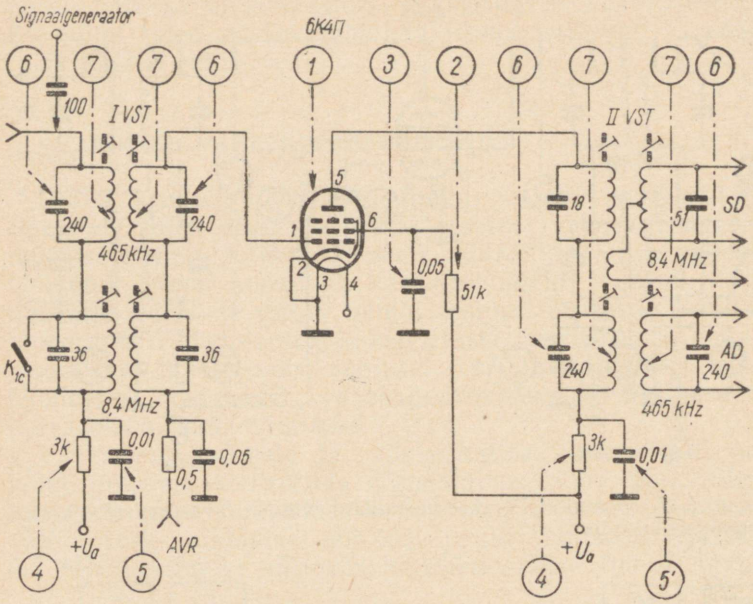
Joon. 5.46. Voltmeetri ja milliampermeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks vahesagedusvõimendis



Joon. 5.47. Oommeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks vahesagedusvõimendis



Joon. 5.48. Signaalgeneraatori väljundjuhtme ühenduspunktid vahesagedusvõimendi võnkeringide korrasoleku kontrollimiseks



Joon. 5.49. Vahesagedusvõimendi proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

tuvusega kondensaatori kaudu algul teise vahesagedustrafo punkti *4* (joon. 5.48).

Signaali tugevuse kontrollimiseks võib kasutada vastuvõtja enda optilist häälestustäpsuse indikaatorit või lihtsamal juhul valjuhääldajat. Kontrollitakse järgemööda kõigi nelja vahesagedus-võnkeringi korrasolekut, alates teise vahesagedustrafo sekundaarringiga (punkt *4*) ja lõpetades esimese vahesagedustrafo primaarringiga (punkt *1*). Kui mõni kontrollitavatest võnkeringidest pole korras, siis ei reageeri optiline häälestustäpsuse indikaator võnkeringi elementide suuruse muutmisele. Seesugune võnkering tuleb võtta lähemale vaatlusele.

Puudub vastuvõtt. Kui lambi 6И1П heptoodosa anoodile ühendatud signaalgeneraatoriga kontrollimisel selgus, et vahesagedusvõimendi ei tööta, siis võivad seda põhjustada järgmiste üksikosade rikked (joon. 5.49):

1) lamp on rikkis;

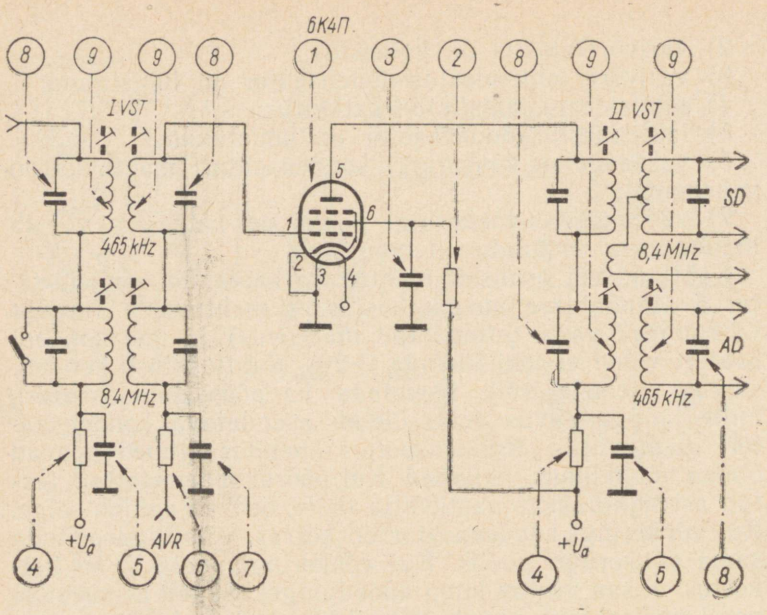
2) varivõretakistis on katkestus;
3) varivõre lahtisidestuskondensaator on lühistunud;
4) lahtisidestustakistis on katkestus;
5) lahtisidestuskondensaator on lühistunud;
6) vahesagedus-võnkeringi kondensaatori mahtuvus on vähenenud;
7) vahesagedus-võnkeringi poolis on katkestus või ta induktiivsus on tunduvalt muutunud.

Kahtlane või osaliselt mahtuvuse kaotanud kondensaator *6* asendatakse uuega, kusjuures mahtuvuste suuruse lahkuminek vana (ettenähtud mahtuvus) ja uue kondensaatori vahel ei tohi ületada ±2%. Kahtlusaluse kondensaatori asemele võib ühendada ka pöördkondensaatori, mille lõppmahtuvus veidi ületab asendatava kondensaatori mahtuvuse. Kondensaatori ühendusjuhtmed peavad olema võimalikult lühikesed. Kui pöördkondensaatoris teatud asendis hakkab vastuvõtja tööle, on vea põhjus selge. Kui võnkeringi kondensaator on korras, võib viga peituda sama võnkeringi poolis. Kui võnkeringi poolis *7* on katkestus, ei saa vastav lamp anoodpinget. Sageli esinevatest pooli riketest võib nimetada veel lühiskeerde, kõrgsageduslitse üksikute kiudude katkestust ja jootekohtade oksüdeerumist. Juhul kui jootekoht on halb või oksüdeerunud, ei võta kõik kõrgsageduslitse kiud kõrgsagedusvoolu juhtimisest osa. See viga suurendab võnkeringis kadusid ning koos sellega ka sumbumust. Neil põhjustel pole võimalik häälestada võnkeringi mingile kindlale sagedusele. Antud juhul on vea avastamiseks soovitav asendada vahesagedustrafo prooviks uuega.

Vahesagedusastmete rikete avastamiseks on tarvilikud signaalgeneraator, avomeeter, väljundimõõtja, korrasolev proovilamp ja mitmesuguse suurusega takisteid ning kondensaatoreid, mille ligikaudsed suurused on antud joonisel 5.49.

Heli on nõrk või moonutatud. Juhul kui signaalgeneraator on ühendatud lambi 6И1П heptoodi anoodile ja valjuhääldajast kostab nõrk või moonutatud heli, on võimalikud all-loetletud üksikosade vead (joon. 5.50):

1) lamp;
2) varivõretakisti;
3) varivõre-lahtisidestuskondensaator;
4) anoodi lahtisidestustakisti;
5) anoodi lahtisidestuskondensaator;



Joon. 5.50. Vahesagedusvõimendi proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

6) AVR-i filtertakisti;
7) AVR-i filterkondensaator;
8) vahesagedus-võnkeringi kondensaator;
9) vahesagedus-võnkeringi pool.

Vananenud ja seetõttu suurenenud takistusega varivõretakisti *2* tekitab tunduva pingelangu, mistõttu varivõrepinge on madal, lambi võimendustegur väike ja vastuvõtja heli nõrk. Samasuguseid nähtusi põhjustab ka vähenenud dielektrikutakistusega lahtisidestuskondensaator *3*.

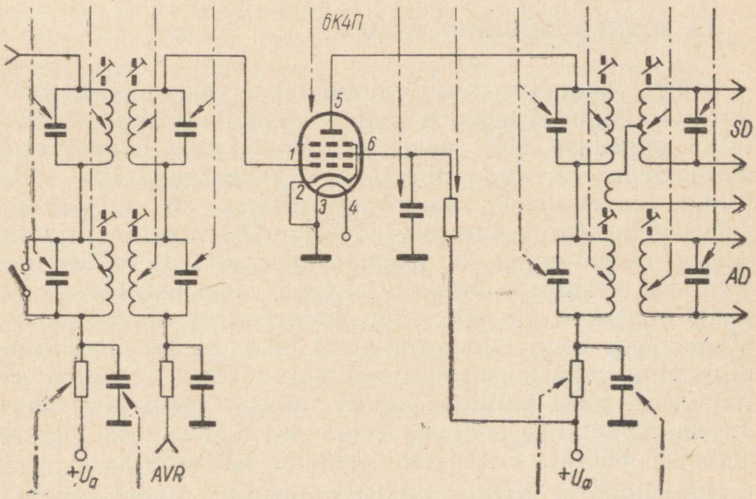
Suurenenud takistusega lahtisidestustakisti *4* või vähenenud dielektrikutakistusega lahtisidestuskondensaator *5* on lambi anoodpinge languse põhjustajaks. See omakorda madaldab lambi võimendustegurit ja nihutab ta tööpunkti, mistõttu lõpptagajärjeks on vastuvõtja nõrk heli.

AVR-i silumisfiltri takisti *6* katkestuse puhul ei rakendu vahesagedusvõimendi lambi tüürvõrele ei automaatset ega püsivat eelpinget. Selle tagajärjel on heli sageli nõrk ja moonutatud. Halva dielektrikuga AVR-i filterkondensaator

7 nõrgendab AVR-i toimet. Sel puhul võivad esineda moonutused kohaliku või tugevamate saatjate vastuvõtul.

Kui vahesagedus-võnkeringi kondensaatori *8* mahtuvus on vähenenud, põhjustab see võnkeringi resonantsisageduse tõusu. Kirjeldatud vea avastamiseks on soovitav kasutada signaalgeneraatorit, mis ühendatakse lambi 6И1П heptoodile (joon. 5.49), kuid on võimalik kasutada ka ringhäälingusaatja signaali (soovitavalt kesklainel). Proovimiseks on veel tarvilik seadekondensaator (trimmer), millele joodetakse külge 30 ... 60 mm pikkused ühendusjuhtmed. Nüüd ühendatakse see kondensaator vahesagedustrafo varjest väljuvatele võnkeringi otstele ja muudetakse tema mahtuvust. Alatakse seejuures *II VST* detektoripoolsest (amplituuddetektor) võnkeringist ja lõpetatakse *I VST* muundusastme võnkeringiga. Kui seesugusel proovimisel vastuvõtt tugevneb, on vigane kondensaator avastatud.

Vahesagedus-võnkeringi poolis *9* tekkinud lühiskeerud või kõrgsageduslitse üksikute kiudude katkemine põhjustavad sumbumuse suurenemist, millest omakorda on tin-



Joon. 5.51. Vahesagedusvõimendi proovipunktid vigade avastamiseks häiretega vastuvõtu korral

gitud nõrk heli. Sellised vead tehakse kindlaks käesoleva paragrahvi algul kirjeldatud meetodiga.

Häiretega vastuvõtt. Vastuvõtul tekitavad häireid (mürad, raginad, viled, katkendlik vastuvõtt) põhiliselt rikkis üksikosad või montaažijuhtmete halvad ühenduskohad (eriti sageli trükkmontaažis). Seepärast tuleb põhjalikult kontrollida jooteid, vahesagedustrafode varjestusi, lampe, nende pesasid, varjestatud juhtmeid ja trükkmontaaži voolukandvaid ribasid.

Häireid tekitavate vigadena võivad veel esineda katkestused (ajutised) vahesagedus-võnkeringide kondensaatorites või poolides ja vahesagedusvõimendi lambi varje puudulik maandamine (eriti vanemat tüüpi, metalliseeritud klaaskestaga lampide puhul, näit. 6Б8С). Viimasena nimetatud viga põhjustab vahesagedusastme endaergutust, mis tavaliselt väljendub vilena, kui vastuvõtja on häälestatud mingile jaamale, või võimenduse tunduva vähenemisena.

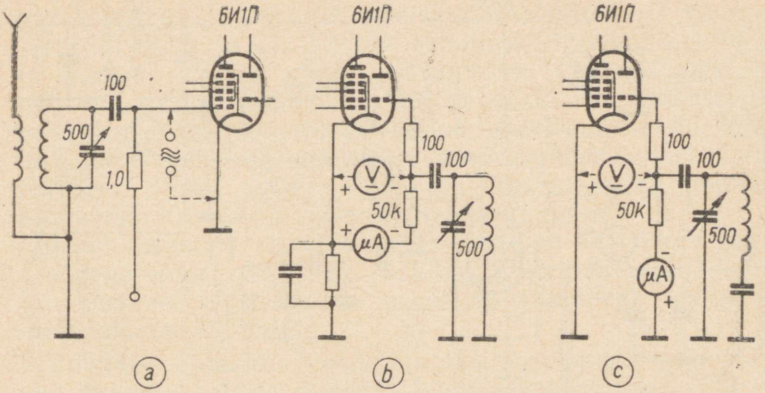
Kui mõõteriistade abil ei õnnestu üksikosade rikkeid avastada, on soovitav kasutada asendamismeetodit.

Joonisel 5.51 on näidatud vahesagedusvõimendi proovipunktid vigade avastamiseks häiretega vastuvõtul.

5.8. RIKKED MUUNDUSASTMES

Üldist. Muundusastmes muundatakse vastuvõetava raadiosaatja signaalisagedus kohaliku ostsillaatori poolt tekitatud sageduse abil peamiselt madalama sagedusega kõrgsageduseks, mida nimetatakse vahesageduseks. NSV Liidus toodetavates raadiovastuvõtjates on standardse vahesagedusena kasutusel 465 kHz. Ostsillaator kujutab endast miniatuurset kõrgsagedusgeneraatorit, milles kasutatakse peamiselt induktiivset tagasisidestust. Ostsillaatorilt nõutakse, et selle poolt genereeritav kõrgsagedus-pinge oleks kogu laineastmiku ulatuses püsiva amplituudiga ning vaba harmoonilistest sagedustest. Ostsillaatori laitmatust tööst sõltuvad suurel määral vastuvõtja omadused. Nimetatud põhjusel tuleb muundusastmes vigade otsimisel pöörata erilist tähelepanu ostsillaatorile.

Kui selgus, et alaldis, võimsusvõimendis, madalsagedus-pingevõimendis, detektoris ja vahesagedusvõimendis vigu ei esinenud või need kõrvaldati ja vastuvõtja ikkagi ei



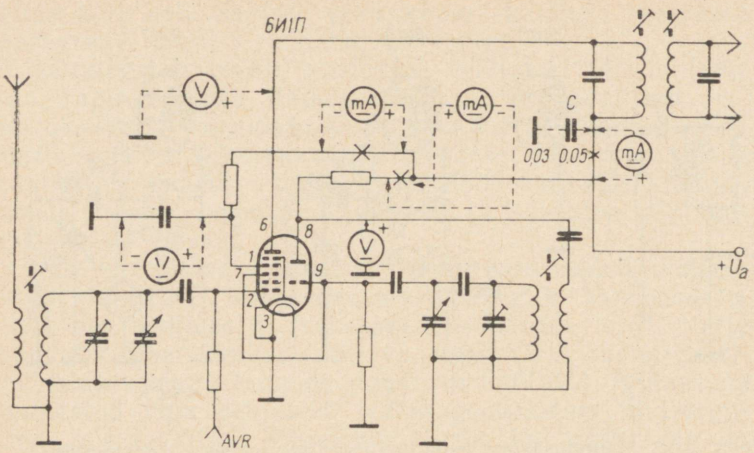
Joon. 5.52. Muundusastme ostsillaatorosa korrasoleku kontrollimine: *a* — signaalgeneraatoriga, *b* ja *c* — voltmeetri või mikroampermeetriga

tööta, tuleb viga otsida muundusastmest. Selleks rakendatakse signaalgeneraatori moduleeritud kõrgsageduspinge (näiteks kesklainel 1000 kHz) muunduslambi signaalvõrele, nagu see on näidatud joonisel 5.52, *a*. Volt- ja ampermeetrite rakenduspunktid selguvad jooniselt 5.53.

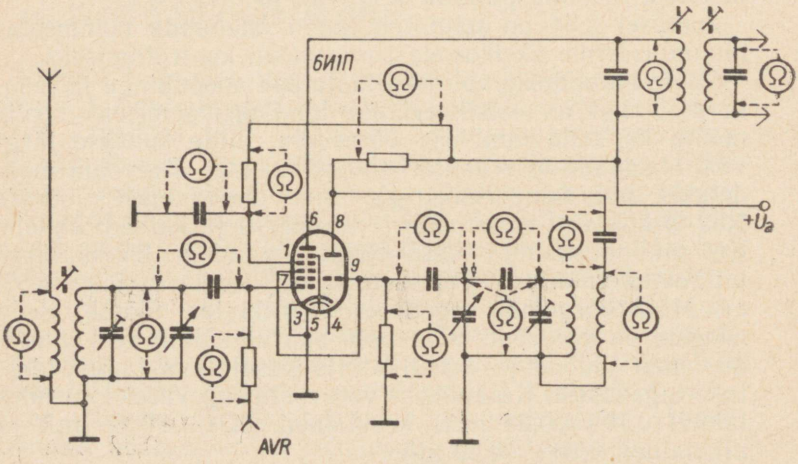
Joonisel 5.54 on näidatud, kuhu ühendada oommeeter muundusastme üksikosade korrasoleku kontrollimiseks.

Peale muunduslambi ostsillaatorosa anoodpinge ja -voolu mõõtmist on ostsilleerimise kindlakstegemiseks tarvis mõõta ka selle lambiosa võrevoolu, mille suuruse järgi võib otsustada ostsillaatori töörežiimi üle. Võrevoolu mõõdetakse mikroampermeetriga, mis ühendatakse joonise 5.52, *b* kohaselt ostsillaatori võretakisti ja katoodi vahele. Kui muundusastmes katoodtakisti puudub, ühendatakse mikroampermeeter võretakisti ja šassii vahele (joon. 5.52, *c*). Mida kõrgemal sagedusel ostsillaator töötab, seda nõrgem on võrevool. Võrevoolu suurus sõltub veel muunduslambi tüübist ja ostsillaatoris kasutatava tagasisidestuse tugevusest. Keskmiseks võrevoolu tugevuseks on lühilaineil 0,10 ... 0,24 mA, kesklaineil 0,24 ... 0,32 mA ja pikklaineil 0,30 ... 0,50 mA.

Ostsillaatori tööd on võimalik kontrollida ka ostsillaatori võretakistil tekkiva pingelangu mõõtmise teel suure sisetakistusega voltmeetri abil (lampvoltmeeter, tester



Joon. 5.53. Voltmeetri ja milliampermeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks muundusastmes



Joon. 5.54. Oommeetri rakenduspunktid muundusastme üksikosade korrasoleku kontrollimiseks

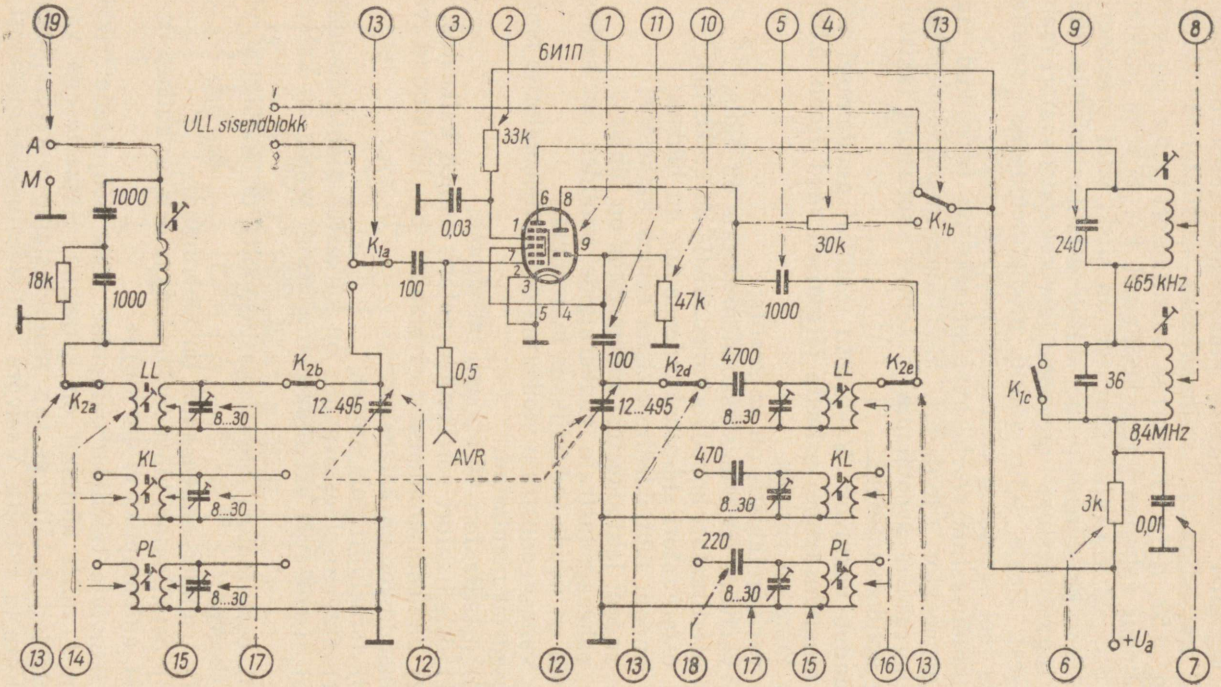
Ц20 või 5P). Voltmeetri plussklemm tuleb ühendada lambi katoodiga ja miinusklemm ostsillaatori võrega (joon. 5.52, *b* ja *c*). Korras ostsillaatori puhul on võre ja katoodi vaheline pinge kesklainel 4 ... 8 V ja pikklainel 8 ... 12 V. Antud suurused on siiski vaid orienteerivad, sest ka võre-eelpinge sõltub ostsillaatorlambi tüübist, tagasisidestuse tugevusest ja võrekondensaatori mahtuvusest. Peale selle sõltub mõõtetulemusena saadud pinge veel kasutatud voltmeetri sisetakistusest.

Muundusastme rikete avastamiseks on tarvilikud signaalgeneraator, avomeeter, alalisvoolu-huumlampindikaator, korrasolev proovilamp ja sobiva suurusega takisteid ning kondensaatoreid.

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu täielikul puudumisel võivad muundusastmes esineda järgmised vead (joon. 5.55):

1) lamp on vigane;
2) varivõretakistis on katkestus;
3) varivõre lahtisidestuskondensaatoris on lühis;
4) ostsillaatori anoodkoormustakistis on katkestus;
5) ostsillaatori sidestuskondensaator on lühises;
6) anoodi lahtisidestustakistis esineb katkestus;
7) anoodi lahtisidestuskondensaator on lühises;
8) vahesagedustrafo võnkeringide poolides on katkestus või on nende induktiivsus muutunud;
9) vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorite mahtuvused on muutunud;
10) ostsillaatori võretakisti on vigane;
11) ostsillaatori võrekondensaatoris esineb katkestus;
12) häälestuskondensaatori plaadid on lühistunud või ta ühendustes on katkestus;
13) lainelüliti pole korras;
14) antenni sidestuspoolis on katkestus (läbi põlenud);
15) sisend- või ostsillaatorvõnkeringi poolis on katkestus;
16) ostsillaatori tagasisidestuspoolis on katkestus või lühiskeerud;
17) trimmerkondensaator on lühistunud;
18) ostsillaatori lühenduskondensaatoris on katkestus;
19) antennipuks ei ole korras.

Vastuvõtja täielikku vaikimist võib põhjustada rikkis lamp *1*, mille kütteniit on katkenud. Katkestusega varivõretakisti *2* tõttu ei saa muunduslamp varivõrepinget, mistõttu ta ei tööta. Varivõre lahtisidestuskondensaatori *3*



Joon. 5.55. Muundusastme proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

lühis kutsub esile samasuguse olukorra (varivõretakisti *2* kuumeneb). Ostsillaatori anoodkoormustakisti *4* katkestuse või sidestuskondensaatori *5* lühise puhul puudub trioodi anoodil pinge ja seega ostsillaator ei tööta.

Kui anoodpinge mõõtmisel selgus, et muunduslambi anoodil (kontakt *6*) puudub pinge, siis tuleb otsida anoodringis katkestust. Esmajoones tuleb kontrollida lahtisidestustakisti *6* ja lahtisidestuskondensaatori *7* korrasolekut. Samuti tuleb kontrollida vahesagedustrafo primaarmähist *8*. Ka oma algasendist ärapööratud primaarvõnkeringi südamik või vähenenud mahtuvusega kondensaator *9* võivad põhjustada vastuvõtja täielikku vaikimist. Erilist tähelepanu tuleb pöörata ostsillaatori võrekondensaatorile *11*, mille katkestuse puhul ostsillaator lakkab töötamast.

Muundusastme mitmesuguste vigade hulka kuulub ka häälestuskondensaatori *12* plaatidevaheline lühis kas ostsillaatorisektsioonis või sisendvõnkeringi sektsioonis. Mõlemal juhul vastuvõtja täielikult vaikib. Häälestuskondensaatori lühist on võimalik kontrollida oommeetri või huumlampindikaatoriga. Selleks tuleb enamikul juhtudel häälestuskondensaatori staatori ühendus katkestada.

Sisend- või ostsillaatorastme mittetöötamist põhjustavad sageli lainelüliti *13* vigased või mustunud kontaktid, mis oma suure üleminekutakistusega tekitavad võnkeringides suuri kõrgsageduslikke kadusid. Eriti teravalt avaldub see lühilaineil (ostsillaatorastmes).

Vastaval laineastmikul puudub vastuvõtt, kui sinna kuuluvas antenni sidestuspoolis *14* on katkestus või kui see pool on läbi põlenud. Antenni sidestuspool võib läbi põleda välgu tõttu (välisantenni kasutamisel) või juhul, kui antenn satub ühendusse võrgujuhtmega (maanduse kasutamisel).

Sisend- või ostsillaatorvõnkeringi pooli *15* ja tagasisidestuspooli *16* katkestus või lühis põhjustab vastuvõtja vaikimist sellel laineastmikul, kuhu nimetatud pool kuulub.

Võnkeringide algmahtuvuse ühtlustamiseks kasutatavaid trimmerkondensaatoreid *17* tuleb hoolikalt kontrollida, sest neis esineb sageli lühis (eriti vanemat liiki õhk- ja vilkdielektrikuga trimmerid). Et trimmerid on ühendatud sisend- ja ostsillaatorvõnkeringidega rööbiti, siis langeb tööst välja see laineastmik (iseseisvalt sisselülitatavate võnkeringipoolide puhul), mille võnkeringis trimmer

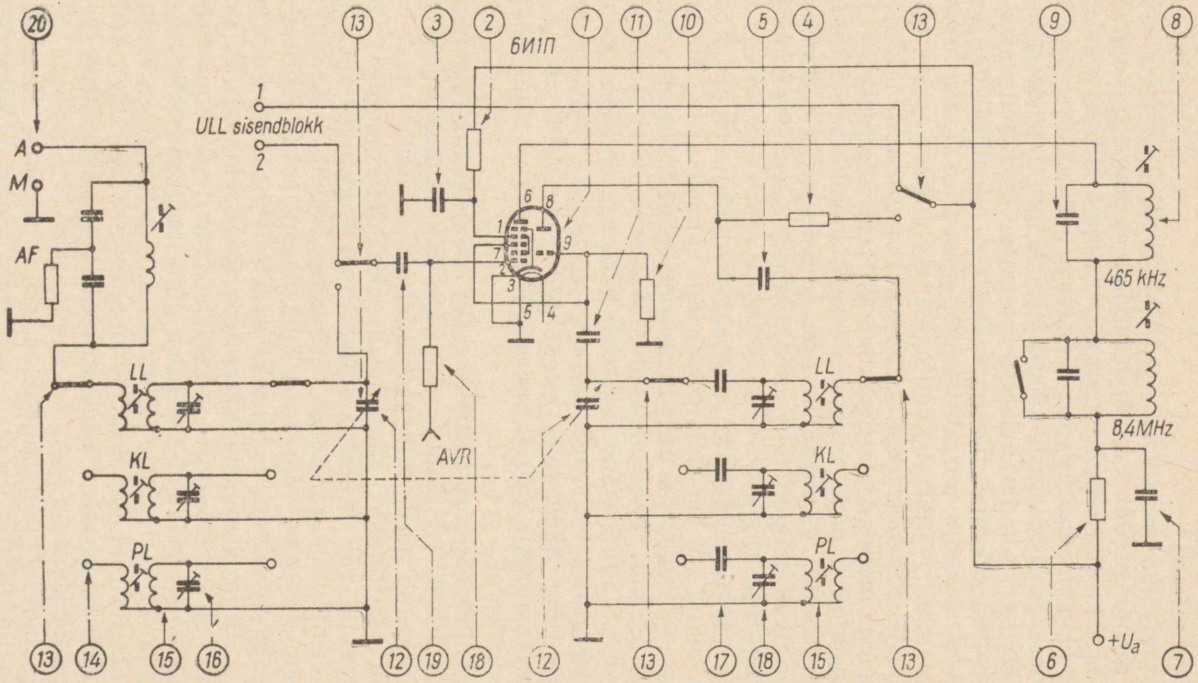
on lühistunud. Trimmereid kontrollitakse samade vahenditega ja samal viisil nagu häälestuskondensaatoreidki. Samuti lakkab töötamast laineastmik, mille ostsillaatori lühenduskondensaatoris *18* esineb katkestus.

Vigane antennipuks *19* põhjustab vastuvõtja vaikimist kõikidel laineastmikel, välja arvatud ULL-astmik, ja ferriitantenniga varustatud vastuvõtjad, kui ferriitantenn on sisse lülitatud (kesk- ja pikklainel).

Heli on nõrk või moonutatud. Nõrka või moonutatud vastuvõttu võivad tekitada samasugused vead, mis esinesid vastuvõtu täielikul puudumisel. Esmajoones on võimalikud üksikosade alljärgnevad rikked (joon. 5.56):

1) lamp on kaotanud osaliselt emissiooni;
2) varivõretakisti takistus on suurenenud;
3) varivõre lahtisidestuskondensaatori dielektrik juhib voolu;
4) ostsillaatori anoodkoormustakisti takistus on suurenenud;
5) ostsillaatori sidestuskondensaatori mahtuvus on vähenenud;
6) anoodi lahtisidestustakisti takistus on suurenenud;
7) anoodi lahtisidestuskondensaatori dielektrik juhib voolu;
8) vahesagedus-võnkeringi poolis on lühiskeerud või ta induktiivsus on muutunud;
9) vahesagedus-võnkeringi kondensaatori mahtuvus on muutunud;
10) ostsillaatori võretakisti takistus on suurenenud;
11) ostsillaatori võrekondensaatori mahtuvus on vähenenud või dielektrik halb;
12) häälestuskondensaatoris esinevad isolatsiooni vead või ta ühendusjuhtmete jootekohad ei anna head kontakti;
13) lainelüliti on defektne;
14) antenni sidestuspoolis on lühiskeerud;
15) võnkeringi poolis on lühiskeerud või ta otste jootekohtades on halb kontakt;
16) ostsillaator- või sisendvõnkeringi seadekondensaatori isolatsioonitakistus on vähenenud;
17) ostsillaatori lühenduskondensaatori mahtuvus on muutunud;
18) AVR-i takistis esineb katkestus;
20) antennipuks on vigane.

Nõrga vastuvõtu põhjuseks võib olla osaliselt emissiooni



Joon. 5.56. Muundusastme proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

kaotanud lamp *1*. Vea avastamiseks on soovitav kasutada asendusmeetodit.

Suurenenud takistusega varivõretakisti *2* puhul rakendub muunduslambi varivõrele madalam pinge, mis vähendab lambi võimendust ning kutsub esile helitugevuse languse koos moonutustega. Samasuguseid nähtusi tekitab varivõre lahtisidestuskondensaator *3*, mis on kaotanud mahtuvuse või mille dielektriku takistus on vähenenud.

Ostsillaatori anoodkoormustakisti *4* takistuse suurenemine või ostsillaatori sidestuskondensaatori *5* mahtuvuse vähenemine põhjustab helitugevuse langust, sest selle tagajärjel väheneb ostsillaatori võnkeamplituud.

Suurenenud takistusega anoodi lahtisidestustakisti *6* või puuduliku dielektrikutakistusega anoodi lahtisidestuskondensaator *7* madaldavad muunduslambi anoodile rakenduvat pinget ning põhjustavad seega vastuvõtja helitugevuse langust.

Kui vahesagedustrafo primaarvõnkeringi poolis *8* on lühiskeerud või kui selle võnkeringi kondensaatori *9* mahtuvus või dielektriku takistus on vähenenud, töötab vastuvõtja nõrgalt. Pooli üksikute lühiskeerdude avastamine oommeetri abil ei anna tavaliselt tulemusi. Seepärast tuleb kahtlustatav vahesagedustrafo asendada samasuguse uuega ning häälestada ettenähtud vahesagedusele. Kui nüüd vastuvõtja töötab normaalselt, peitus viga vahesagedustrafos.

Ostsillaatori võretakisti *10* rikke (suurenenud takistuse) puhul tõuseb ostsillaatori eelpinge, mis nihutab tööpunkti ja põhjustab nõrka ning moonutatud vastuvõttu.

Kui ostsillaatori võrekondensaatori *11* mahtuvus on vähenenud või dielektrik halb, siis väheneb ostsillaatori võnkeamplituud, mispuhul võnkumine toimub raskendatud tingimustes ning võib üldse katkeda, esijoones lühilainel.

Nõrga vastuvõtu põhjuseks võib olla häälestuskondensaator *12* ja ühendusjuhtmete suur üleminekutakistus, mis suurendab ostsillaatori- või sisendvõnkeringi sumbumust. Selle vea kõrvaldamiseks tuleb puhastada plaatide vahed ja staatori isolaatorid tolmust ning jälgida, et rootori maandusvedrud annaksid head ühendust. Ka tuleb kontrollida kondensaatori kontaktliblede külge ühendatud juhtmete jootekohti.

Aja jooksul väljapaindunud või mustunud lainelüliti kontaktid *13* põhjustavad vastaval lainealal võnkeringi

sumbumuse suurenemist ja seetõttu vastuvõtja helitugevuse vähenemist.

Ka antenni sidestuspooli *14* lühiskeerdude või ta otste halbade joodete tõttu võib esineda nõrk vastuvõtt.

Võnkeringide lühiskeerdudega poolid *15* on sageli nõrga vastuvõtu põhjustajaks, sest lühiskeerud suurendavad poolis sumbumust, mille tagajärjeks on vastuvõtja tundlikkuse ja selektiivsuse vähenemine. Heli nõrgeneb ka pooliotste halbade joodete tõttu, eriti kui poolides kasutatakse kõrgsageduslitset, mille kõik kiud pole joodisest hõlmatud.

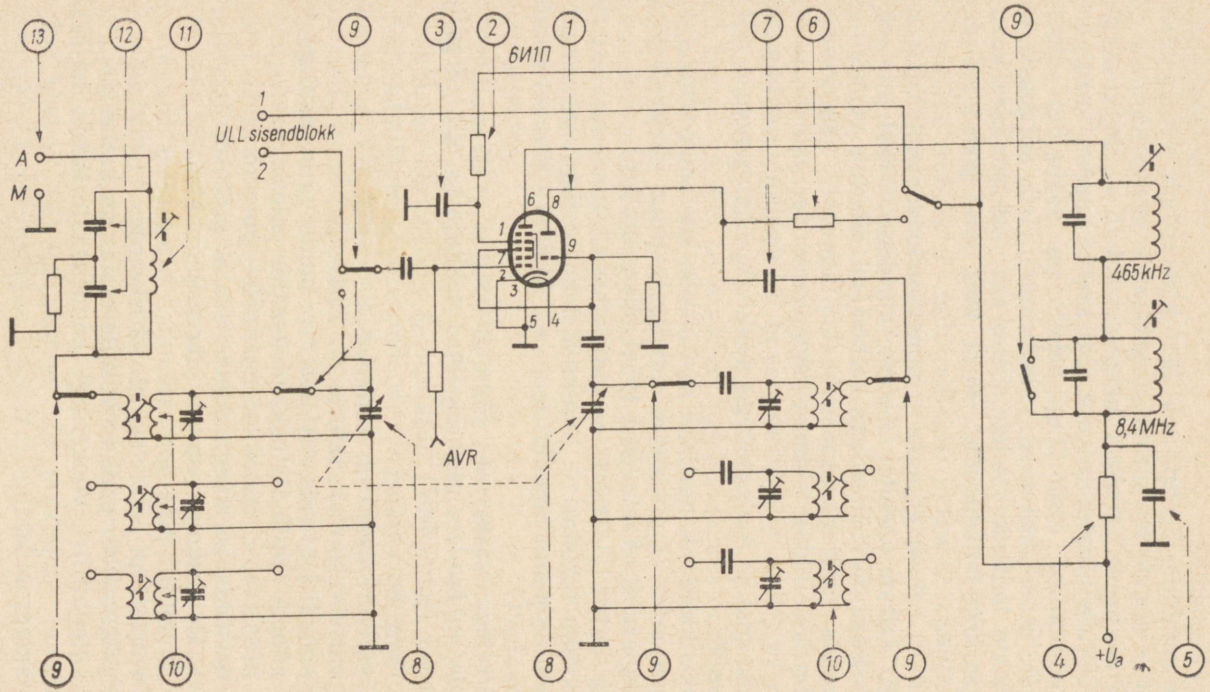
Samuti esineb vigu ka trimmerkondensaatorite *16* juures. Et nad on ühendatud võnkeringidega rööbiti, siis seadekondensaatori ühenduse katkemisel muutub võnkeringi häälestus, millega kaasneb helitugevuse vähenemine. Vanematüübilistes trimmerkondensaatorites esineb ka dielektriku vigu, mis põhjustavad võnkeringi sumbumuse suurenemist ja koos sellega vastuvõtja helitugevuse nõrgenemist.

Lühistunud või osaliselt mahtuvuse kaotanud lühenduskondensaator *17* põhjustab ostsillaatoriringi ebahäälestust ja seega nõrka vastuvõttu (ühel laineastmikul).

Kui AVR-i takistis *18* on katkestus või kondensaatori *19* dielektriku takistus on puudulik, tekivad tugevate sisendsignaalide puhul moonutused, sest AVR ei tööta sel puhul normaalselt.

Häiretega vastuvõtt. Muundusastmes võivad häirete (vilede, undamise, raginate jm.) tekitajaiks olla järgmised vead (joon. 5.57):

1) lamp on vigane;
2) varivõretakisti on vananenud;
3) varivõrekondensaatoris on katkestus;
4) anoodi lahtisidestustakisti on muutuva kontaktiga;
5) anoodi lahtisidestuskondensaator pole korras;
6) ostsillaatori anoodkoormustakisti pole korras;
7) ostsillaatori sidestuskondensaator pole korras;
8) häälestuskondensaator vibreerib;
9) lainelüliti pole korras;
10) võnkeringi poolis esineb lühiskeerde;
11) antennifiltri poolis või selle otstes on katkestus;
12) antennifiltri võnkeringi kondensaatoris on katkestus;
13) antennipuks.



Joon. 5.57. Muundusastme proovipunktid häiretega vastuvõtu korral

Vigane muunduslamp *1*, milles esinevad elektroodidevahelised lühised või katkestused, tekitab raginaid ja raksumisi. Asenduslambi puudumisel on vigase lambi avastamiseks soovitav kasutada väikest kummivasarat, millega koputatakse lambi väliskestale. Kui selgub, et lamp on põrutustele tundlik, tuleb ta asendada uuega.

Vananenud varivõretakisti *2* juures võivad ta takistuskeha ja kontaktribade vahel esineda kontaktivead, mis kuulduvad vastuvõtjas raginatena. Katkestustega varivõrekondensaator *3* tekitab vastuvõtul müra, kuna sama kondensaatori vähenenud takistusega dielektrik on põhiliselt naksatuse tekitajaks.

Muutuva elektrilise kontaktiga lahtisidestustakisti *4* tekitab hooti suurenevaid ja nõrgenevaid kahinaid. Vähenenud või puuduva mahtuvusega lahtisidestuskondensaator *5* võib põhjustada muundus- ja vahesagedusvõimendusastmes endaergutuse tekkimist. Sel puhul kostab valjuhääldajast tugev kahin ning vastuvõetava saatega kaasub vile. Sama kondensaator, kui ta dielektrik ajuti lühistub, põhjustab vastuvõtul raksumisi.

Puudulikku elektrilist kontakti andev ostsillaatori anoodkoormustakisti *6* või sidestuskondensaator *7* põhjustab vastuvõtjas ebakorrapäraseid raginaid.

Häälestuskondensaator *8*, kui ta kummiamortisaatorid on kõvastunud, hakkab tugevate helide puhul vibreerima. See nähtus väljendub undamisena ning tekib esmajoones lühilaineil. Vea kõrvaldamiseks tuleb kummipuhvrid asendada uutega. Sageli annab ka häid tulemusi häälestuskondensaatori sektsioonide ümberühendamine montaažis.

Tugevaid häireid võib esile kutsuda vigaste või mustunud kontaktidega lainelüliti 9. Praktika näitab, et mustunud kontaktid tekitavad raginaid, kuna väljapaindunud kontaktvedrud põhjustavad raksatusi. Viimast liiki häiret tekitavad ka võnkeringi pooli *10* lühiskeerud, kui need ajuti lühistuvad, eriti vastuvõtja tugeva heli puhul.

Kui vastuvõtja vahesagedusel või sellele lähedasel sagedusel töötab mõni saatja ja kui sel puhul kõigi vastuvõetavate saadetega kaasnevad viled või morsesignaalid, on viga antennifiltris, mis ei takista vahesagedusel töötavate telegraafi- või ringhäälingusaatjate signaalide pääsu vastuvõtja sisendisse. Antennifiltri mittetöötamise põhjuseks võib olla katkestus ta poolis *11* või kondensaatoris *12*.

Kondensaatori dielektriku vähenenud takistus ja ka pooli lühiskeerud põhjustavad samuti antennifiltri mittetöötamist.

Vigane antennipuks *13* või halb kontakt sellega tekitab kõikuvat helitugevust ja häireid raksumiste näol.

Ka ühendustele (trükkmontaažile), joodetele ja lambipesale tuleb pöörata suurt tähelepanu. Kontrollimiseks on soovitav kahtlustäratavad üksikosad asendada katseliselt uutega või mõõta nende elektrilisi suurusi.

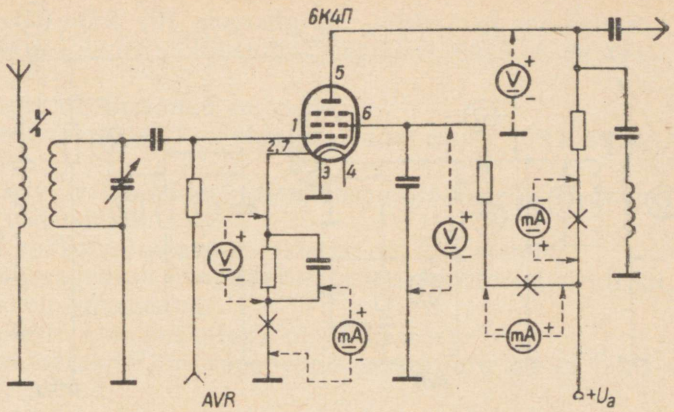
5.9. RIKKED KÕRGSAGEDUSVÕIMENDIS

Et kõrgsagedusastme rikked on sarnased vahesagedusastme riketega, siis on järgnevalt toodud kõrgsagedusastme vigade avastamise proovipunktid ilma lähema seletuseta.

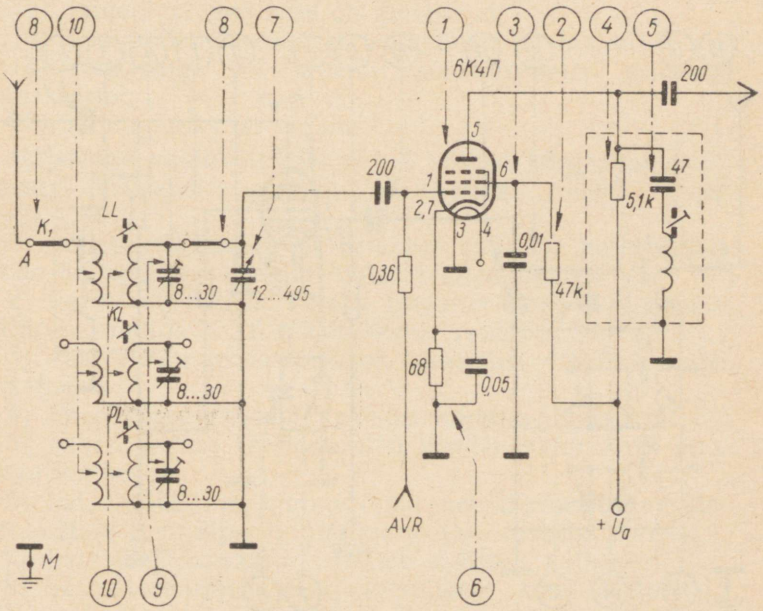
Joonisel 5.58 on näidatud, kuhu tuleb ühendada volt- ja milliampermeeter kõrgsagedusvõimendi lambi anood-, varivõre- ja eelpinge ning anood- ja varivõrevoolu mõõtmiseks. Joonisel 5.60 on näidatud oommeetri ühenduskohad üksikosade korrasoleku kontrollimiseks.

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu puudumist võivad põhjustada kõrgsagedusvõimendi järgmiste üksikosade rikked (joon. 5.59):

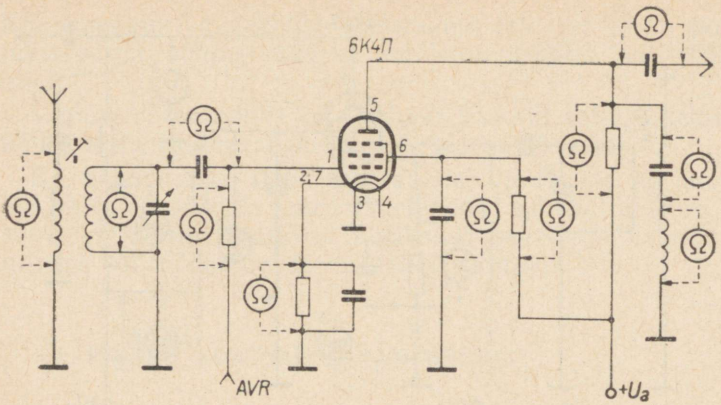
1) lamp on rikkis;
2) varivõretakistis on katkestus;
3) varivõre lahtisidestuskondensaatoris on lühis;
4) anoodkoormustakistis on katkestus;
5) vahesageduse läbilaskefiltri kondensaator on lühises;
6) katoodtakistis on katkestus;
7) häälestuskondensaatori plaadid on lühistunud;
8) lainelüliti kontaktid on välja paindunud või mustunud;
9) trimmerkondensaator on lühistunud (vaikib lühistunud seadekondensaatoriga laineastmik — teised töötavad);
10) võnkeringi- või antennipoolis on katkestus (vaikib laineastmik, mille võnkeringi- või antennipoolis esineb katkestus).



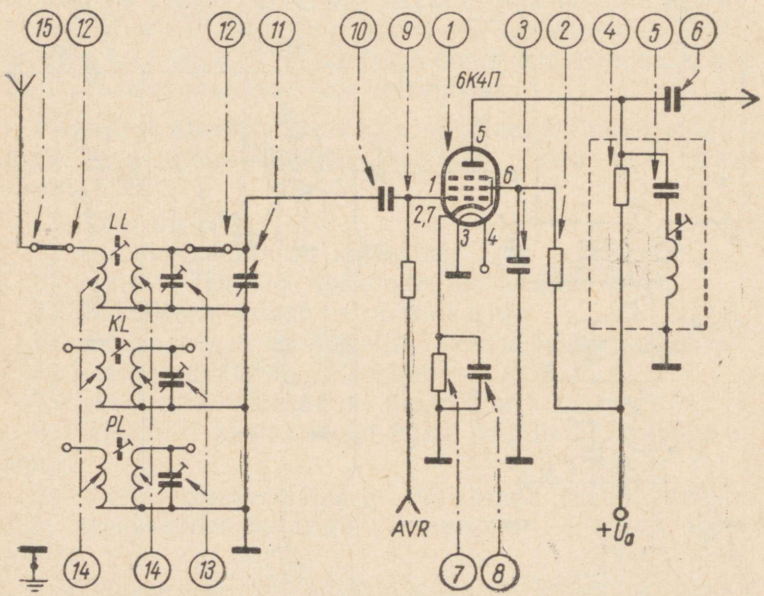
Joon. 5.58. Volt- ja milliampermeetri rakenduspunktid kõrgsagedusvõimendi lambi anood-, varivõre- ja eelpinge ning anood- ja varivõrevoolu mõõtmiseks



Joon. 5.59. Kõrgsagedusvõimendi proovipunktid puuduva vastuvõtu korral



Joon. 5.60. Oommeetri rakenduspunktid kõrgsagedusvõimendi üksikosade korrasoleku kontrollimiseks



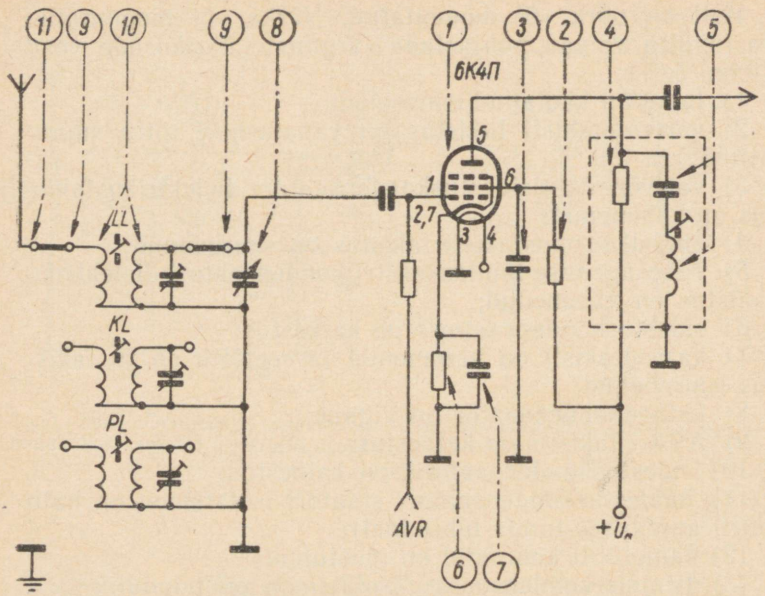
Joon. 5.61. Kõrgsagedusvõimendi proovipunktid nõrga ja moonutatud vastuvõtu korral

Heli on nõrk või moonutatud. Nõrka või moonutatud vastuvõttu võivad põhjustada järgmiste üksikosade vead (joon. 5.61):

1) lamp on kaotanud emissiooni;
2) varivõretakisti takistus on vananemise tõttu suurenenud;
3) varivõre lahtisidestuskondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
4) anoodkoormustakisti takistus on suurenenud;
5) vahesageduse läbilaskefiltri kondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
6) sidestuskondensaatoris on katkestus;
7) katoodtakisti on vananenud ja seetõttu on ta takistus suurenenud;
8) katoodkondensaator on vigane;
9) AVR-i takistis on katkestus;
10) sidestuskondensaatoris on katkestus;
11) häälestuskondensaatori staatori isolatsioon on halb (eriti annab see tunda lühilainel);
12) lainelüliti kontaktid on mustunud;
13) trimmerkondensaatori isolatsioon on puudulik;
14) võnkeringi või antenni sidestuspoolis esinevad lühiskeerud;
15) antennipuks on vigane.

Häiretega vastuvõtt. Sel puhul võivad kõrgsagedusvõimendi üksikosades esineda all-loetletud rikked (joon. 5.62):

1) kõrgsageduslamp on defektne (näiteks halb isolatsioon katoodi ja kütteniidi vahel tekitab müra);
2) varivõretakisti on vigane (muutuv üleminekutakistus väljaviigujuhtmete ja takistuskeha vahel);
3) varivõrekondensaatoris on katkestus (tekitab endaergutust);
4) anoodkoormustakisti takistus muutub juhuslikult;
5) vahesageduse läbilaskefiltri kondensaatoris või poolis on katkestus;
6) katoodtakisti on vigane (suurenenud või muutuv üleminekutakistus väljaviigujuhtme ja takistuskeha vahel);
7) katoodkondensaatoris esineb ajutiselt katkestus;
8) häälestuskondensaatori metallkere koos rootori ja võlliga on šassiiga puudulikult ühendatud;
9) lainelüliti kontaktid on mustunud, mis sageli tekitab kõikuvat helitugevust;



Joon. 5.62. Kõrgsagedusvõimendi proovipunktid vigade avastamiseks häiretega vastuvõtu korral

10) võnkeringi või antenni sidestuspooli ühendus on halb;

11) antennipuks või ta ühendusjuhe lainelülitiga pole korras.

Peale nimetatud üksikosade võivad kõrgsagedusvõimendis olla häirete tekitajaks halvad jooted trükkmontaažis, lambipesa, igasugused kontaktliistud (vanemais vastuvõtjais) ja varjestatud juhtmed.

5.10. RIKKED ULL-BLOKIS

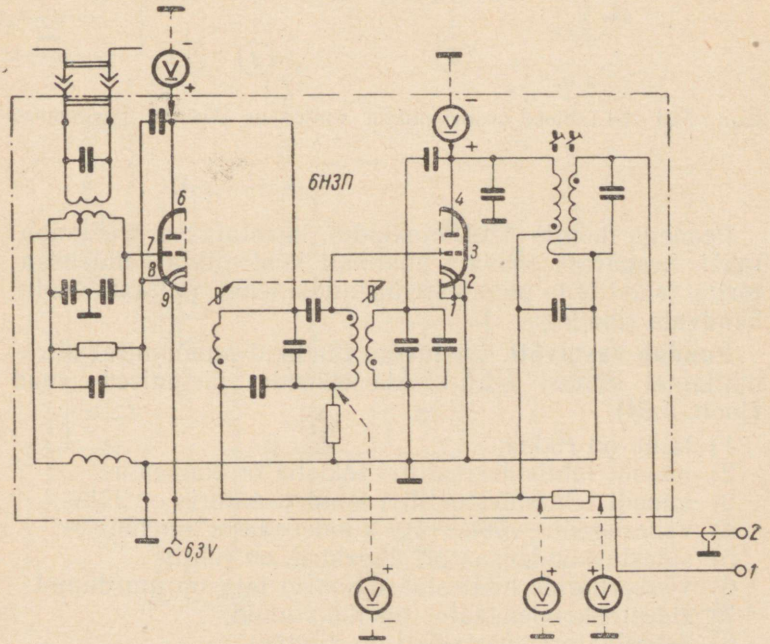
Üldist. Supervastuvõtjates, mis on ette nähtud ka ULL- (ultralühilaine-) saadete vastuvõtuks, kasutatakse sisendis spetsiaalset blokki, mis lülitatakse tööle ainult ULL vastuvõtul.

Kui selgus, et vastuvõtja töötab lühi-, kesk-, pikklainel

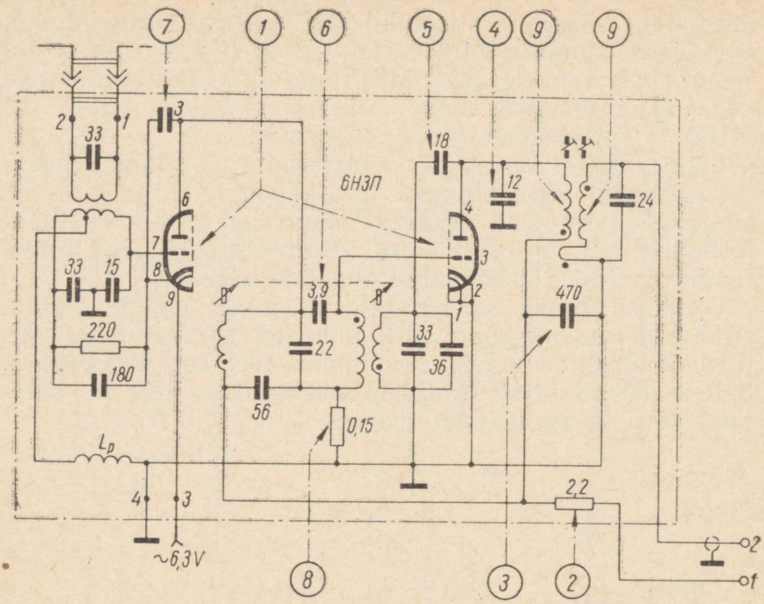
laitmatult ja ainult ultralühilainel vastuvõtt puudub, on nõrk või moonutatud, tuleb viga otsida ULL-blokist eeldusel, et ULL vahesagedus-võnkeringid on häälestatud õigele vahesagedusele 8,4 MHz (uuemates vastuvõtjates 6,5 MHz) ja sagedusdetektor on töökorras.

Selleks tuleb kõigepealt kontrollida ULL-blokis kasutatava lambi anoodpingeid (vasakpoolne triood töötab kõrgsagedusvõimendina ja parempoolne triood ostsillaatormuundina) ja ostsillaatori võretakistil tekkivat pingelangu joonisel 5.63 näidatud punktide vahel.

Üksikosi, nagu kondensaatorid ning takistid, mille rikked mõjutavad kogu ULL-bloki korrapärast töötamist, tuleb kontrollida nende asendamise teel korrasolevatega. Selleks ühendatakse kahtlustatava üksikosa üks ots skeemist lahti ja asendatakse uuega.



Joon. 5.63. Voltmeetri rakenduspunktid ULL-bloki lambi anoodpinge ja ostsillaatori võrepinge mõõtmiseks



Joon. 5.64. ULL-bloki proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

Peaaegu kõigis ULL-blokkides kasutatakse trükkmontaaži. Seepärast on vaja hoolikalt kontrollida kondensaatorite, takistite ja pooliotste ühendusi trükkmontaaži voolukandvate ribadega.

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu täielikul puudumisel ultralühilainel võivad ULL-blokis esineda järgmised vead (joon. 5.64):

1) lamp on rikkis;
2) anoodi lahtisidestusfiltri takistis on katkestus;
3) anoodi lahtisidestusfiltri kondensaatoris on lühis;
4) vahesagedus-võnkeringi kondensaator on lühises;
5) sidestuskondensaatori dielektrik on juhtiv;
6) võnkeringide häälestussüdamike telg on murdunud;
7) sidestuskondensaator on lühistunud;
8) ostsillaatori võretakisti on vigane;
9) vahesagedus-võnkeringi poolis on katkestus.

Heli on nõrk. ULL-blokis peituvad vead, mis võivad

põhjustada nõrka vastuvõttu, on põhiliselt järgmised (joon. 5.65):

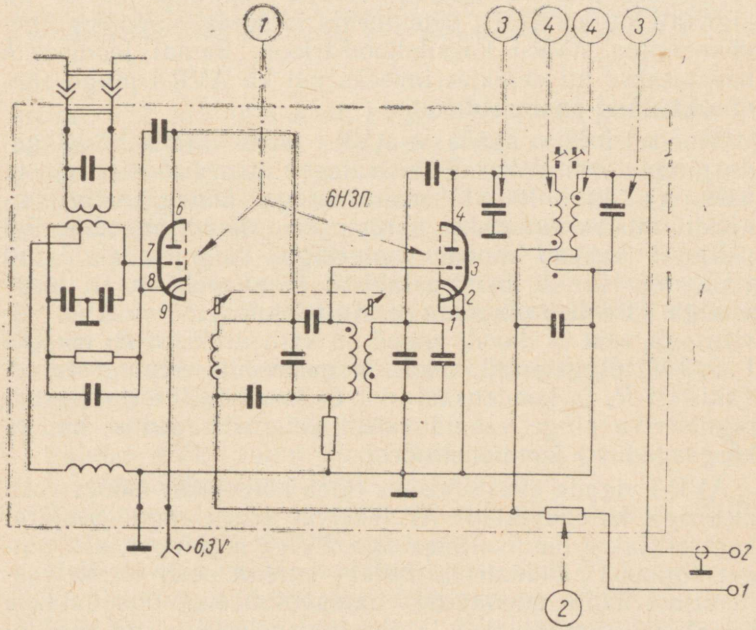
1) lamp on kaotanud osaliselt emissiooni;

2) anoodi lahtisidestusfiltri takisti takistus on suurenenud;

3) vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorite mahtuvus on muutunud (ebahäälestus);

4) vahesagedustrafo poolide induktiivsus on muutunud või esinevad nendes poolides lühiskeerud (ebahäälestus).

Kaksiktrioodi iseärasuseks on see, et mõlema trioodi emissioonvool ei vähene vananemisel võrdselt. Juhul kui lambi 6Н3П (joon. 5.64) vasakpoolse trioodi emissioonvool on tunduvalt vähenenud, on tegemist nõrga vastuvõtuga. Sama lambi parempoolse trioodi emissioonvoolu vähenemisel lakkab töötamast ostsillaatormuundi (puudub vastuvõtt).



Joon. 5.65. ULL-bloki proovipunktid nõrga vastuvõtu korral

5.11. AUTOMAATSES VÕIMENDUSE REGULEERSEADISES ESINEVAID RIKKEID

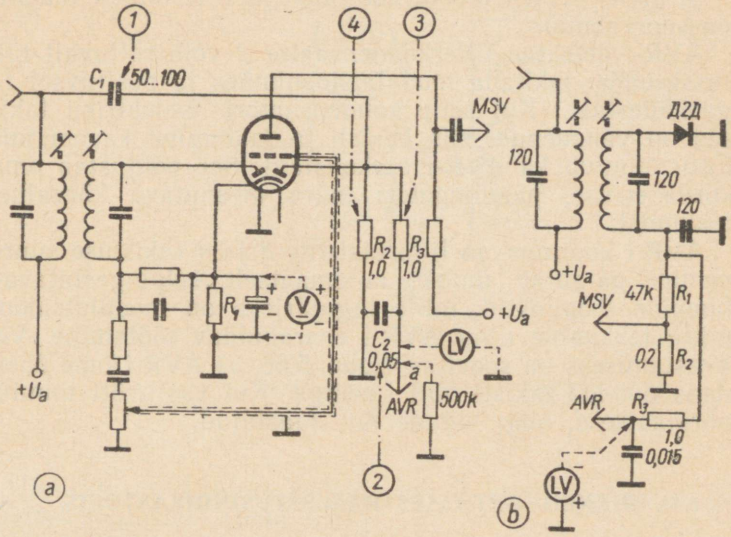
Mitmesuguste raadiosaatjate poolt vastuvõtuantennis indutseeritud pinged erinevad oma suuruselt väga suurel määral. Samuti ilmneb kaugemate saatjate vastuvõtul vaibumis- ehk feedingunähtus. Et vastuvõtu helitugevus ei sõltuks vastuvõetava signaali amplituudi juhuslikest muutustest, kasutatakse supervastuvõtjais automaatset võimendusregulaatorit (AVR).

Supervastuvõtja võimenduse automaatseks reguleerimiseks rakendatakse muudetava tõusuga kõrg- ja vahesagedusvõimendi ning sagedusmuundi lampide tüürvõredele negatiivne eelpinge, mis muutub võrdeliselt sisendsignaali tugevusega. Seega on nõrga sisendsignaali puhul nimetatud lampide võimendus suur ning tugeva signaali puhul väike. Niiviisi saadakse vastuvõtja väljundis vaatamata sisendsignaali tugevuse muutustele enam-vähem püsiv helitugevus.

Joonisel 5.66, *a* toodud AVR-i skeemis töötab nii signaali kui ka AVR-i detektorina ja madalsagedus-pingevõimendina AVR-i kaksikdiood-triood. Samal joonisel *b* kasutatakse nii detekteerimiseks kui ka AVR-i pinge saamiseks ühist pooljuhtdioodi.

Joonisel 5.66, *a* saadakse AVR-i jaoks vajalik kõrgsagedуspinge teise vahesagedustrafo primaarmähisest (joon. 5.66, *a*) 50 ... 100-pF mahtuvusega kondensaatori C_1 kaudu, mis rakendatakse parempoolse dioodi anoodile. Sel põhjusel hakkab dioodi vooluringis kulgema alaldatud vool, mis tekitab koormustakistil R_2 sisendsignaali tugevusega võrdelise pingelangu. Antud juhul töötab AVR viivitusega, sest ta dioodi anood on katoodtakistil R_1 tekkiva 1 ... 2-V pingelangu poolt negatiivselt eelpingestatud. Takistist R_3 ja kondensaatorist C_2 koosnev filter vabastab reguleeriva pinge vahelduvatest (nii helisagedus- kui ka kõrgsagedus-) komponentidest.

AVR-i vigade avastamiseks tuleb kõigepealt mõõta voltmeetriga katoodtakistil R_1 tekkivat pingelangu. Seejärel kontrollitakse lampvoltmeetriga AVR-i algpinget, s. t. pinget signaali puudumisel, milleks antenn peab olema vastuvõtjast lahti ühendatud. Lampvoltmeeter ühendatakse takisti R_3 alumise otsa ja šassii vahele. Seejärel mõõdetakse pinget samade punktide vahel, kuid juba signaali



Joon. 5.66. Voltmeetri rakenduspunktid AVR-i vigade avastamiseks: *a* — kaksikdiood-trioodi kasutamisel, *b* — pooljuhtdioodi kasutamisel

korral, s. t. kui antenn on külge ühendatud ja vastuvõtja häälestatud töötavale saatjale. Nüüd sõltub mõõdetav pinge sisendsignaali tugevusest. Vastuvõetava saatja asemel võib signaali saamiseks kasutada muidugi ka signaalgeneraatorit, mille väljundjuhe ühendatakse vastuvõtja antennipuksiga. Et kirjeldatud meetodil kontrollida AVR-i tööd, peavad vastuvõtja teised astmed, s. o. kõrgsagedus- ja vahesagedusvõimendi ning sagedusmuundi muidugi korras olema.

AVR-is esinevad rikked võivad väljenduda järgmiselt:
puudub AVR-i toime;
heli on nõrk või moonutatud.

Puudub AVR-i toime (joon. 5.66, *a*):

1) sidestuskondensaatoris on katkestus;
2) kondensaatoris on lühis või selle dielektrik on juhtiv;
3) filtertakistis on katkestus.

Heli on nõrk või moonutatud (joon. 5.66, *a*):

1) ülekandekondensaatori dielektrik on juhtiv;
2) AVR-i filterkondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;

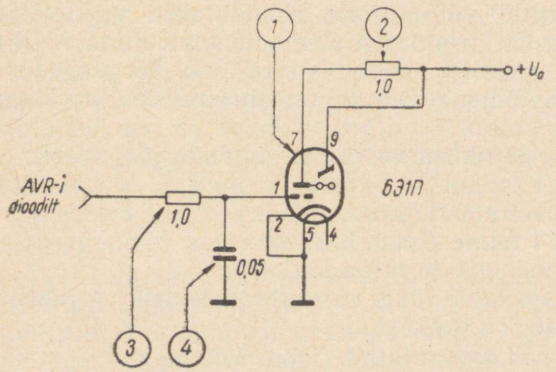
3) ja 4) AVR-i dioodi koormus- ja filtertakisti takistus on suurenenud.

AVR-i defektne filterkondensaator *2* võib sõltuvalt lülitusskeemist tekitada modulatsioonimüra ja positiivset tagasisidestust. Kui selle kondensaatori dielektriku takistus on vähenenud, siis kestab ta laadimine kauem, mistõttu muutub ka AVR-i ajakonstant. See põhjustab omakorda erilise, paadimootori müra meenutava kõrvalheli tekkimist.

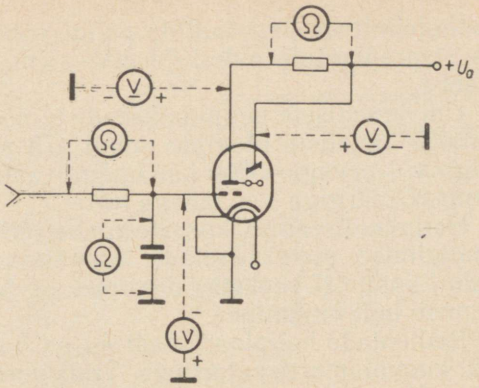
AVR-i koormus- ja filtertakistite *3* ja *4* takistuse suurenemine paigutab ümber automaatselt eelpingestatavate lampide tööpunktid, mille tagajärjeks on modulatsioonimüra tekkimine ning AVR-i ebarahuldav töötamine. Vea avastamiseks on soovitav (joon. 5.66, *a*) AVR-i juhe ühendada 500-kΩ takisti abil šassiiga. Kui vastuvõtt muutub normaalseks, ongi vigane lüli avastatud.

5.12. RIKKEID OPTILISES HÄÄLESTUSINDIKAATORIS

Vigade avastamiseks optilises häälestusindikaatoris on tarvilik, et vastuvõtja kõrgsagedus- (kui see on olemas), vahesagedusvõimendi ja sagedusmuundi ning AVR oleksid korras. Sisendsignaali saamiseks häälestatakse vastuvõtja kas ringhäälingusaatjale või kasutatakse selleks otstarbeks signaalgeneraatorit.



Joon. 5.67. Volt- ja oommeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks optilises häälestusindikaatoris



Joon. 5.68. Optilise häälestusindikaatori vigade avastamine

Häälestusindikaatori rikked võivad olla tingitud järgmistest põhjustest (joon. 5.67):

1) indikaatorlamp *1* on vananenud, s. t. ta fluorestseeriv kiht on muutunud elektronide kiirguse vastu tundetuks;

2) anoodtakistis on katkestus; sel juhul ekraan helendab, kuid varjusektori laius häälestamisel ei muutu;

3) anoodtakisti takistus on suurenenud, mispuhul indikaator reageerib ainult tugevatele jaamadele;

4) võretakistis on katkestus, mille tõttu lambi võrele ei rakendu AVR-i pinget;

5) võrekondensaatoris on lühis; kui võrekondensaator on kaotanud mahtuvuse (katkestus), reageerib indikaator küll häälestusele, kuid ta varjusektori servad ei ole teravad ning liiguvad helisageduse rütmis.

Joonisel 5.68 on näidatud, kuhu tuleb ühendada volt- ja oommeeter vigade avastamiseks optilises häälestusindikaatoris.

5.13. RIKKED RADIOOLADE HELIPLAADISEADISTES

Üldist. Alljärgnevalt käsitletakse radioolades kasutatavate heliplaadiseadiste korrastamist.

Heliplaatide standardseteks pöörlemiskiirusteks on 78, 45, $33^1/_3$ ja $16^2/_3$ p/min. Teraviku vertikaalne surve peab olema 1 ... 5 g piirides. Helipea tundlikkus peab olema

monofooniliste heliplaatide puhul vähemalt 100 mV · s/cm ja stereoplaatide puhul 70 mV · s/cm. Ketas pöörleb päripäeva.

Universaalsete heliplaadiseadiste nõela tööasendit tähistatakse tavaliste plaatide puhul (78 p/min) rohelise märgiga või arvuga «78», kauamängivate plaatide puhul aga punase märgiga või tähega «M».

Heliplaadiseadise kiiruste ümberlüliti kang tuleb mittemängimise puhul asetada asendisse «0», sest vastasel juhul kummist veoketas deformeerub ja hiljem mängimisel ilmneb heli «ujumine».

Radioolade heliplaadiseadised on varustatud kas vedru- või kummiamortisaatoritega. Transpordi ajaks on heliplaadiseadise alusplaat kruvidega kinnitatud. Need kruvid peavad olema välja keeratud. Vastasel korral tekib heliplaadi mängimisel tugevama signaali puhul heli moonutus.

Heliplaadiseadise kõige iseloomulikumad rikked on järgmised:

1) grammofoni ketas ei pöörle;
2) grammofoni ketta pöörlemiskiirus on ettenähtust väiksem või ebaühtlane (heli «ujub»);
3) heli on nõrk ja moonutatud.

Grammofoni ketas ei pöörle (mootor ei hakka tööle). Rikete põhjused võivad olla järgmised (joon. 5.69):

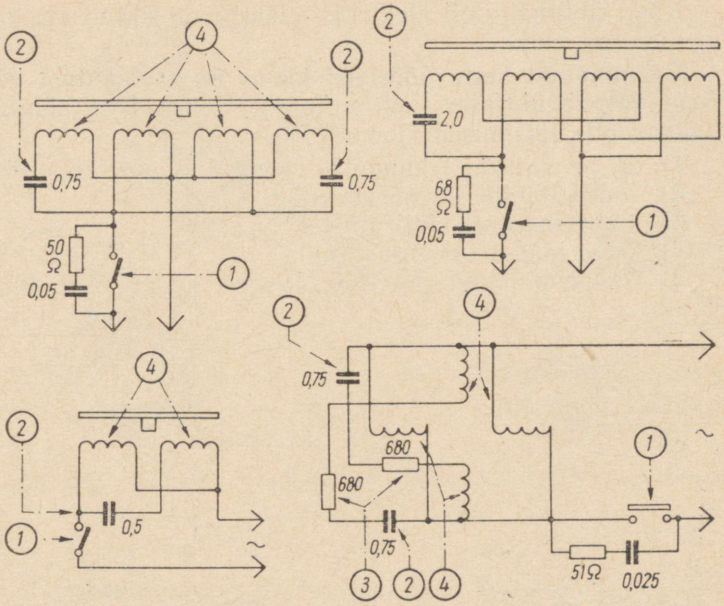
1) lüliti pole korras;
2) faasinihkekondensaatoris on lühis või katkestus;
3) faasinihketakistis on katkestus;
4) ühes mootori mähises on katkestus;
mootori rootor pole tsentris;
mootori laagrites on õli tahkunud.

Lüliti *1* ei tööta, kui selle kontaktid on aja jooksul välja paindunud või oksüdeerunud. Vea kõrvaldamiseks tuleb lüliti lahti võtta, puhastada kontaktide pinnad ja suurendada painutamise teel nende survet.

Lühist või katkestust omava faasinihkekondensaatori *2* puhul ei hakka ketas pöörlema ise, vaid ainult kettale käsitsi hoo andmisel. Sealjuures on ketta pöörlemine aeglane ja puudub veojõud. Samad rikketunnused ilmnevad faasinihketakistite *3* katkestuse puhul.

Juhul kui mootori ühes mähises *4* on katkestus, puudub pöörleval kettal veojõud ja helipea asetamisel heliplaadile lakkab ketas pöörlemast.

Mõlemal mainitud juhul on võimalik mootori rootorit



Joon. 5.69. Elektrigrammofonide mootorite elektrilisi skeeme ja esinevate vigade proovipunktid

panna pöörlema päri- või vastupäeva sõltuvalt sellest, kummas suunas talle tõuge anda.

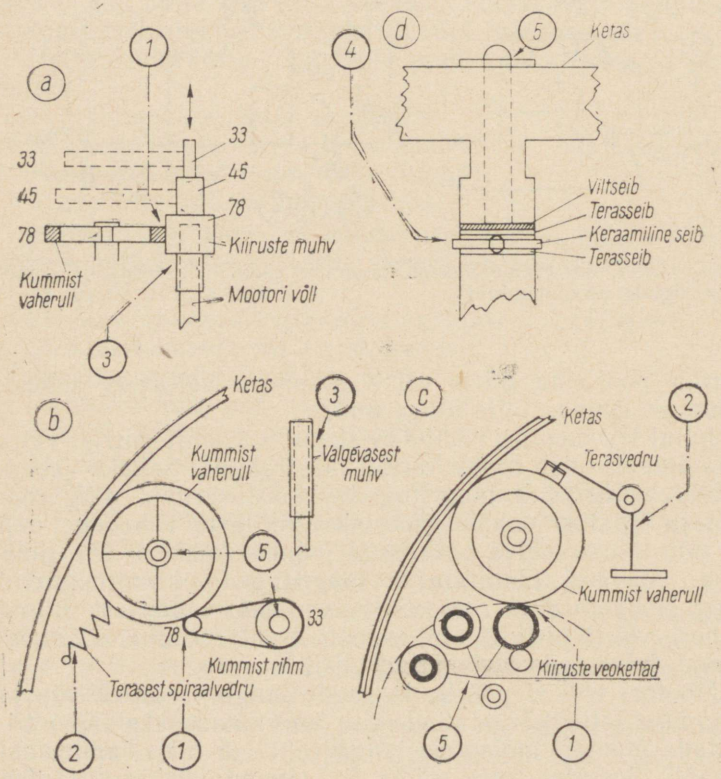
Juhul kui mootori rootor «viskab», s. t. on tsentrist välja paindunud, tuleb rootor uuesti tsentreerida. Selleks vabastatakse kõigepealt laagritugede kinnituskruvid ning rootori ja staatori vahele asetatakse ühtlaste vahedega neli 10 mm laiust sobiva paksusega joonestuspaberi- või filmiriba. Seejärel kinnitatakse laagritugede kinnituskruvid ning eemaldatakse rootori ja staatori vahelisest pilust paberi- või filmiribad. Kui esimene tsentreerimine ei õnnestunud, tuleb seda kirjeldatud viisil korrata.

Mootori võll ei pöörle, kui selle laagrites on õli aja ja kuumuse tõttu kõvastunud. Vea kõrvaldamiseks tuleb tilgutada mootori mõlemale laagrile 3 . . . 5 tilka õmblusmasinaõli. Seejärel lasta seista 5 . . . 10 minutit ja siis pöörata ja tõsta võlli edasi-tagasi, kuni see pöörleb vabalt juba nõrga tõuke juures.

Kõiki ülalmainitud elektrilisi rikkeid on lihtne avastada oommeetri abil.

Grammofoni ketta pöörlemiskiirus on ettenähtust väiksem või ebaühtlane (heli «ujub»). Selle rikke põhjused võivad olla järgmised (joon. 5.70):

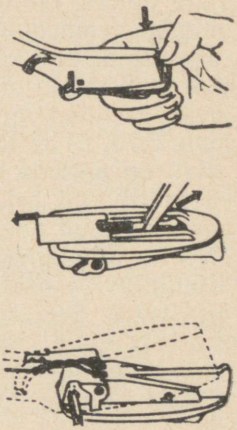
1) õli on sattunud kummist veomehhanismi detailidele;
2) vedru tõmme on nõrgenenud;
3) muhv mootori võllil on lahtine;
4) ketta laager on vigastatud;
5) veomehhanismi detailide laagrid on kuivad (õlitamata).



Joon. 5.70. Elektrigrammofoni veomehhanismides esinevate vigade proovipunktid



Joon. 5.71. Mootori õlitamine



Joon. 5.72. Nõelte vahetamine

Juhul kui õli on sattunud kummist veomehhanismi detailidele *1*, tuleb see pühkida ära piirituses niisutatud lapiga.

Spiraalvedru *2* tõmbe nõrgenemine põhjustab kummist vaherulli surve nõrgenemise ketta ja mootori võllil paikneva muhvi vahel. Sellest tingituna väheneb ketta pöörlemiskiirus ja muutub ebaühtlaseks. Vea kõrvaldamiseks tuleb spiraalvedru lühendada nii, et selle tõmme tugevneks.

Aja jooksul satub õli mootori võlli otsa kinnitatud muhvi *3* vahele. Selle tagajärjel hakkab muhv, vaatamata mootori võlli õigele pöörlemiskiirusele, libisema. Vea kõrvaldamiseks eraldatakse muhv mootori võllilt, puhastatakse sisemine külg õlist, karestatakse viili abil võlli ülemine osa ja liimitakse muhv mootori võllile liimiga БФ-2.

Ketta laagri *4* keraamilise kuulirõnga purunemisel valguvad kuulid laiali. Selle tagajärjel suureneb laagri hõõrdumine ja pöörlemiskiirus väheneb. Puuduva kuulirõnga võib valmistada vajaliku paksusega getinaksplaadist.

Grammofoni veomehhanismi tuleb õlitada vähemalt kord aastas. Õlitamiseks eemaldatakse grammofoni ketas ja tilgutatakse 2...3 tilka õli ketta, vaherulli ja mootori laagreile (joon. 5.70 ja 5.71). Õlitamiseks on soovitav tarvitada värtnaõli, mida kasutatakse arvutus- ja kirjutusma-

sinate juures. Õlitamisel on vaja jälgida, et õli ei satuks kummist veomehhanismi detailidele.

Joonise 5.70, *a* kohaselt ei ole ketta pöörlemiskiirus (kiiruste ümberlüliti on õiges asendis) õige, kui muhv on oma õigest asendist ära nihkunud. Kummirihma katkemisel (joon. 5.70, *b*) ei tööta grammofon kiirusel 33 pööret.

Heli on nõrk ja moonutatud. Nõrka heli põhjustab helipea murdunud kristall. Moonutatud heli põhjuseks on sageli kulunud nõel, sest selle tööiga on 100 ... 150 tundi. Nõelte vahetamiseks tuleb vajutada helipea hoidja otsast väljaulatuvale osale (joon. 5.72.) ja helipea ettevaatlikult välja võtta. Seejärel tõmmata välja helipeas olevast kummitorust vana nõeltehoidetikk nõeltega ja paigutada samasse asendisse uus. Helipea tagasiasetamisel hoidjasse on vaja jälgida, et helipea ja hoidja kontaktid ühenduksid.

5.14. RIKKEID MAGNETOOLADE MAGNETOFONIDES

Paljusid magnetofonide rikkeid saab vältida, kui täidetakse täpselt nende käsitsemise juhiseid. Alljärgnevalt esitatakse nõudeid, mis kehtivad kõigi magnetofonide kohta.

1. Magnetofon on vaja hoida puhtana. Magnetofoni pealisplaat tuleb puhastada tolmust ja lindi magnetmaterjali kihi purust pintsli ja flanell-lapiga. Puhastada on vaja nii, et tolm ja puru ei satuks magnetofoni sisemusse. Iga 2 ... 3 kuu tagant tuleb magnetofoni pealisplaat ära võtta mehhanismi puhastamiseks ja õlitamiseks. Magnetofoni helipeade tööpindu, surve- ja ülekanderulle on kõige parem puhastada piirituses niisutatud vatitopiga.

2. Ülekuumenemise vältimiseks pole soovitav magnetofoni pidevalt kasutada üle 3 ... 4 tunni. Peale kestvat (3 ... 4 tundi) tööd peab järgnema küllaldane vaheaeg magnetofoni jahtumiseks. Lindiga kasetti ei või jätta magnetofonile, sest seal lint kuivaks kiiremini ja muutuks rabedaks.

3. Enne magnetofoni võrgust väljalülitamist tuleb tööliigi ümberlüliti seada tingimata asendisse «stopp», sest vastasel korral võib deformeeruda kummist surve- või ülekanderull.

4. Mingil juhul ei tohi puudutada metallesemetega

(käärid, kruvikeeraja) magnetofoni lindiveomehhanismi ega lindiga kokkupuutuvaid üksikosi, vastasel korral need magneetuvad ja magnetofoni töö kvaliteet halveneb.

5. Magnetofon on vaja hoida kuivas kohas, kuid mitte liiga lähedal kütteseadmetele.

6. Tehased tagavad magnetofonide normaalse töö tingimusel, et võrgupinge muutused on piirides —5 ... 10% pinge nimisuurusest, s. t. 198 ... 231 V. Kõrgema pinge korral väheneb magnetofoni tööiga, riknevad üksikosad ning põlevad läbi kaitsmed. Liiga madala võrgupinge puhul halveneb tunduvalt heli salvestuse ja taasesituse kvaliteet.

7. Magnetlinti on kõige sobivam säilitada ruumis temperatuuriga +10 ... 20° C ja õhuniiskusega 60%. Väga kahjulikult mõjub lindile pidev hoidmine üle 30° C ulatuval temperatuuril. Sellistes tingimustes (ahjude, radiaatorite läheduses, päikese käes) lint kuivab, muutub hapraks ja katkeb kergesti. Samuti ei tohi linti hoida tugevaid magnetväljasid tekitavate jõutrafode, võimsate elektrimootorite, dünaamiliste mikrofonide ja väljuhääldajate otseses läheduses.

Lindi katkemisel lõigatakse lindi otsad 45° all viltu ja liimitakse umbes 1 cm pikkuselt teineteise peale. Lõikamiseks kasutatavad käärid ei tohi olla magneeditud, muidu tekib jätkukohal segav «siutsatus». Liimi võib valmistada ka ise järgmiste retseptide järgi.

1. Äädikhapet 98%	23,5	cm^3
Atsetooni	63,5	cm^3
Butüülatsetaati	13	cm^3
2. Äädikhapet 98%	25	g
Atsetooni	25	g
Etüülatsetaati	25	g
3. Metüülglükoolatsetaati	50	g
Atsetooni	49	g
Peenestatud kinofilmi	1	g

Magnetoolades (raadiovastuvõtja koos magnetofoniga) «Neringa» ja «Vaiva» kasutatakse magnetofonipaneeli «Elfa 17» ja «Elfa 21». Samade paneelide baasil on ka ehitatud iseseisvad magnetofonid «Gintaras» ja «Aidas».

Magnetofonide mehaanilise osa rikked. Ülalmainitud magnetoolade magnetofonide iseloomulikumad rikked on järgmised:

detonatsioon (heli «ujumine»);

magnetlindi kiire tagasikerimine ei toimu sujuvalt ega lõpuni;

magnetlindi kiirel edasi-tagasi kerimisel, heli salvestamisel ja taasesitamisel ei pöörle kassetid;

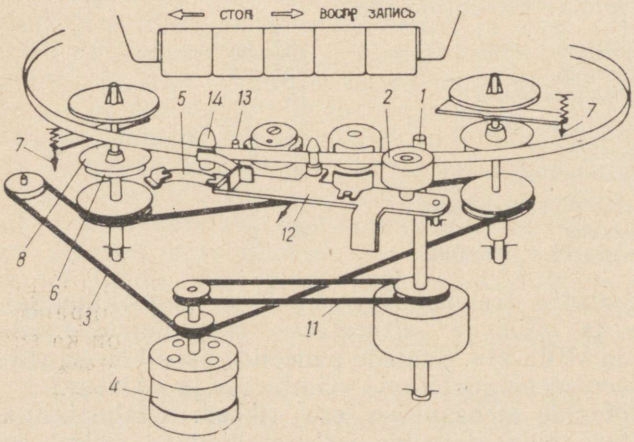
heli salvestamisel ja taasesitamisel toonvõll ühes kummist surverulliga ei pöörle (lint ei liigu edasi);

vajutamisel klahvile «stopp» kummist surverull ei eemaldu toonvõllist;

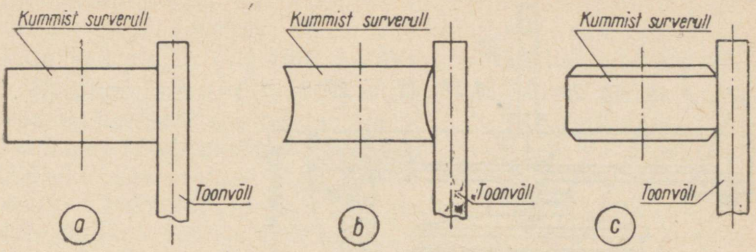
magnetlint ei püsi heli salvestamisel kui ka taasesitamisel oma õiges asendis;

heli salvestamisel ja taasesitamisel on kuuldav kõrge, mehaaniline vile (sagedusega umbes 5000 Hz).

Detonatsioon (heli «ujumine») esineb sageli kõverdunud toonvõlli *1* tõttu (joon. 5.73). Peale selle võivad põhjustada detonatsiooni kummist surverulli *2* kulunud või mustunud pind, ebaühtlaselt kulunud või väljaveninud veorihm *3*, surverulli mitteküllaldane surve toonvõllile, mootori *4* vähene võimsus, deformeerunud kummist surverull. Viimatinimetatud viga tekib siis, kui magnetofoni tööliigi lüliti on olnud pikemat aega salvestusele või taasesitamisele vastavas seisus väljalülitatud magnetofoni korral. Surverulli taastamiseks tuleb magnetofon rakendada tööle (lindita) tunniks ajaks režiimis «taasesitus». Kui



Joon. 5.73. Magnetofoni («Elfa 17») veomehhanismis esinevate vigade proovipunktid



Joon. 5.74. Kummist surverull:
a — töökorras, *b* — kulunud, *c* — taastatud

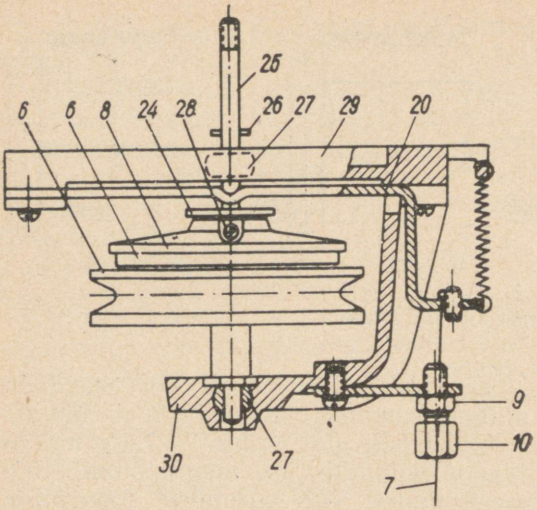
deformatsioon ei kao, tuleb rulli lihvida või asendada uuega. Keskelt kulunud kummist surverull tuleb lihvida sametviili ja peene liivapaberi abil joonisel 5.73, *c* näidatud kujusse. Lihvida on võimalik otse magnetofonil, töörežiimis «heli taasesitamine». Õli sattumisel toonvõllile või kummist surverullile tuleb see kõrvaldada piiritusse kastetud lapiga.

Surverulli lame vedru *5* (vt. joon. 5.73) kaotab kiiresti elastsuse. Selle tagajärjel tõmbub surverull nõrgalt toonvõlli vastu ja magnetlindi vedu muutub ebaühtlaseks. Vea kõrvaldamiseks tuleb asendada vedru uuega või suurendada selle survet vasakpoolse toe nihutamisega.

Mootori võimsus väheneb rikkis faasinihkekondensaatori puhul või kui mootori mähistes esineb katkestus või lühiskeerud. Mootorit kontrollitakse tühijooksul (mahavõetud rihmadega). Mootori kiire kuumenemine on tunnuseks, et see on vigane.

Magnetlindi kiire tagasikerimine ei toimu sujuvalt ega lõpuni. Lindi halba kerimist pealekerivale kassetile võib põhjustada vasakpoolse ja parempoolse friktsioonajami halb sidurdus. Halba sidurdust võib põhjustada kulunud või õlitunud viltrõngas *6* (joon. 5,73 ja 5.75), väljaveninud tross *7* või ebaõigesti reguleeritud sidurdussüsteem.

Esimesel juhul tuleb kassettide montaažisõlmed lahti võtta ja kontrollida viltrõnga olukorda. Kui see on kulunud, tuleb vana asendada uuega. Juhul kui viltrõngas on õliga läbi imbunud, tuleb seda pesta bensiinis, lasta kuivada ja kohale tagasi asetada. Pärast mehhanismi kokkumonteerimist saab magnetlindi pingust reguleerida friktsioonketta *8* asendi muutmisega teljel.



Joon. 5.75. Vasak- ja parempoolse kasseti montaažsõlme ehitus

Kui selgus, et viltrõngas on korras, tuleb reguleerida mõlema montaažisõlme sidurdust. Selleks pööratakse vastava mutrivõtme abil lahti stoppmutter ja reguleeritakse puksi abil sidurduse tugevust. Puksi pööramisel vastupäeva sidurdus tugevneb, pööramisel päripäeva aga nõrgeneb. Puksi õige asend tuleb leida katseliselt ja hiljem sulgeda puks stoppmutri abil.

Magnetlindi kiire edasi-tagasi kerimise, samuti heli salvestamise ja taasesitamise klahvidele vajutamisel ei pöörle kassetid. Vea põhjuseks on katkenud kummist veorihm *3* (joon. 5.73).

Heli salvestamisel ja taasesitamisel toonvõll ühes kummist surverulliga ei pöörle. Vea põhjuseks on samuti kummist väikese veorihma *11* (joon. 5.73) katkemine.

Vajutamisel klahvile «stopp» kummist surverull ei eemaldu toonvõllist. Vea põhjuseks on katkenud terastross.

Magnetlint ei püsi heli salvestamisel ja taasesitamisel oma õiges asendis (jookseb tavaliselt kummirulli alla). Vea põhjuseks võib olla kulunud vildist padjake või selle nõrk surve juhtrullile *14* (joon. 5.73).

Heli salvestamisel ja taasesitamisel on kuuldav kõrge

mehaaniline vile. Vilet põhjustab terasest lehtvedru (koos vildist padjakesega). Selle vältimiseks piisab, kui mähkida vedrule 2...3 kihti polüvinüülkloriidist isoleerpaela.

Magnetofoni («Elfa 17») õlitamine. Tehase õlitus tagab veomehhanismi normaalse töö 250...300 töötunniks. Õlitamiseks tuleb eraldada magnetofoni paneel raadiokastist. Selleks keeratakse algul lahti paneeli alumises küljes asuvad neli stoppmutrit, siis pealtpoolt neli kinnituskruvi, lahutatakse toitekontaktid pesadest ja tõstetakse paneel kastist välja.

Järgnevalt eraldatakse nii vasak- kui ka parempoolselt montaažsõlmelt kasseti alustaldrikud ja tilgutatakse nii ülemistele kui ka alumistele laagritele 2...3 tilka vedelat õli.

Edasi võetakse maha helipeade plastmassist kate ja tilgutatakse 2...3 tilka sama õli toonvõlli ülemisele ja alumisele laagrile. Pealmise laagri õlitamisel tuleb olla ettevaatlik, et vältida õli sattumist toonvõlli ülemisele osale, mis on kokkupuutes kummist surverulliga.

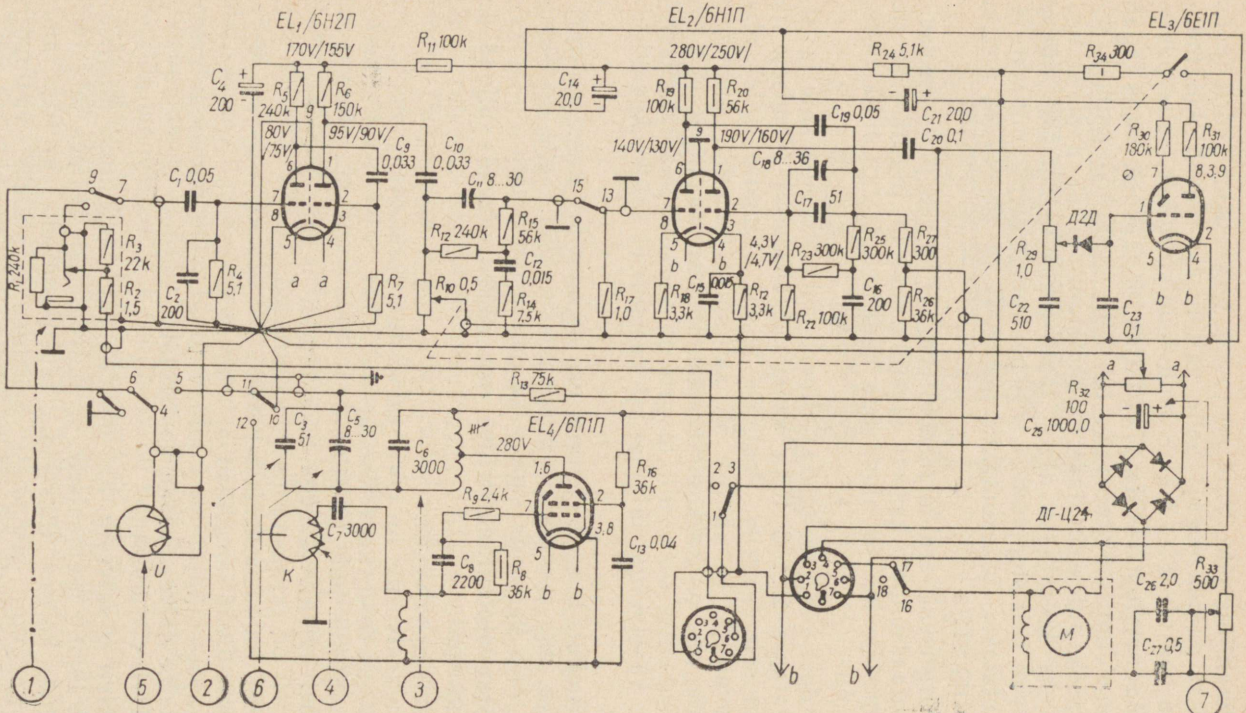
Kummist surverulli laagrit on soovitav määrida tehnilise vaseliiniga, jälgides, et vaseliin ei satuks kummirullile.

Mootori laagrite õlitamiseks on soovitav kasutada värtnaõli, mis on paksem õmblusmasinaõlist. Selle puudumisel võib kasutada samuti ka õmblusmasinaõli.

Magnetofoni elektrilise osa rikked võivad väljenduda järgmiselt:

heli ei salvestu;
helisalvestus on nõrk, taasesitus normaalne;
vana salvestus ei kustu;
kustutus pole täielik;
heli ei salvestu ega taasesitu;
heli on taasesitumisel moonutatud;
heli on taasesitumisel nõrk;
puuduvad kõrgemad helisagedused;
taasesitamisel on kuuldav tugev vahelduvvoolu müra;
teine salvestusrada kostab läbi;
Heli ei salvestu.

Heli ei salvestu. Kui positsioonis «taasesitus» magnetofon töötab normaalselt, on universaalne helipea ja eelvõimendi korras. Rikkekoha täpsustamiseks on vaja anda magnetofoni sisendisse helisignaal, milleks vastuvõtja



Joon. 5.76. Magnetofoni («Elfa-17») skeem

«Neringa» häälestatakse töötavale saatjale ja vajutatakse alla klahv «salvestus». Kui indikaator on korras, kuid ei reageeri sisendpingele, tuleb viga otsida võimendi sisendist. Vea põhjuseks võib näiteks olla vigane mikrofonilüliti kontakt *1* (joon. 5.76).

Helisalvestus on nõrk, taasesitus normaalne. Kui salvestuse indikaator näitab võimendi normaalset töötamist, võib oletada, et salvestusvool või eelmagneetimisvool on nõrk. Salvestusvool on nõrk, kui lamp 6Н1П on kaotanud osaliselt emissiooni, takisti R_{13} takistus on suurenenud või on ebakindel kontakt ümberlülitis.

Eelmagneetimisvool on nõrk, kui lamp EL_4 on kaotanud osaliselt emissiooni või kondensaatorite C_3 ja C_5 mahtuvus on normaalsest väiksem.

Vana salvestus ei kustu. Kõrgsagedusgeneraatori korrasolekut saab kontrollida vana salvestuse kustutamisel. Normaalselt peab standardse kaherealise kustutamispea puhul lindilt vana salvestus jäägitult kaduma. Kui kustutamine ei toimu täielikult, siis tuleb kontrollida helipea pilu asendit lindi suhtes. Lühiskeerud kõrgsagedusgeneraatori võnkeringis *3* põhjustavad samuti nõrka kustutus- ja eelmagneetimisvoolu.

Kui salvestamisel tühjale lindile saadakse moonutuseta heli, on kustutuspeas *4* katkestus või lühiskeerud.

Kustutus pole täielik. Selline viga võib esineda liiga tugeva salvestuse korral või kui kõrgsagedusgeneraator töötab puudulikult.

Heli ei salvestu ega taasesitu. Antud olukord näitab, et viga peitub ühises eelvõimendis või universaalpeas. Eelkõige kontrollitakse eelvõimendi korrasolekut. Kui lambi EL_1 trioodi tüürvõre (7. jala) puudutamisel kruvikeerajaga kostab valjuhääldajates müra, on võimendi korras. Vastasel korral tuleb viga otsida võimendist. Võimendi korrasolekul võib viga peituda universaalpeas *5*. Kontrollimiseks joodetakse montaažist lahti universaalpea üks pooliots ja mõõdetakse oommeetriga pooli takistust. Juhul kui universaalpea poolis on katkestus, esineb taasesitamisel (ka ilma lindita) vastuvõtjas tugev võrgumüra.

Kui viga ei olnud universaalpeas, tuleb ta pärast kontrollimist demagneetida.

Heli on taasesitamisel moonutatud. Juhul kui helisalvestus on kuuldav suurte moonutuste saatel, tuleb katseliselt suurendada eelmagneetimisvoolu, suurendades

trimmerkondensaatori *6* (C_5) mahtuvust. Kui trimmerkondensaatori lõppmahtuvusest ei piisa, võib sellega rööbiti ühendada sobiva mahtuvusega lisakondensaatori. Moonutuste põhjuseks võib olla ka mõne lambi ebaõige talitlusrežiim (näiteks võimendi lampide eelpinge osas). Sel puhul esineb moonutus ka teisel magnetofonil salvestatud heliülesvõtte kasutamisel.

Heli on taasesitamisel nõrk. Rikke avastamiseks tuleb kontrollida võimendustrakti helipeast kuni valjuhääldajani. Nõrka heli võib põhjustada katkestus helipeas või selle ühendusjuhtmes. Viimasel juhul on heli nõrk, puuduvad madalad sagedused ja esineb tugev võrgumüra. Kontrollimiseks asendatakse helipea ajutiselt uuega.

Puuduvad kõrgemad helisagedused. Põhjuseks võib olla universaalpea pilu viltuseis, rikked võimendi korrektsioonilahelates, lühiskeerud väljundtrafos jne.

Helipeade tööpilu seadmiseks risti lindi liikumissuunaga tuleb kasutada mõnel teisel sama lindikiirusega magnetofonil salvestatud heakvaliteedilist kontrollitud helisalvestust või spetsiaalset proovilinti. Helipea aeglasel kallutamisel ühele ja teisele poole tuleb leida asend, mille puhul võimendus kõrgetel sagedustel on maksimaalne.

Taasesitamisel on kuuldav tugev võrgumüra. Põhjuseks võib olla võimendi esimese lambi küttealaldi mahtuvuse kaotanud filterkondensaator *7* (C_{25}), kütte keskpunkti regulaatori ebaõige asend, universaalse helipea varje ebaõige asend või rikked võimendi lampides. Kütte keskpunkti ja regulaatori ning varje õige asend leitakse tavaliselt kõrva järgi, kui helitugevusregulaator on maksimaalsele helitugevusele vastavas asendis.

Teine salvestusrada kostab läbi. Põhjuseks on universaalse helipea ebaõige kõrgus lindi heliraja suhtes. Tuleb kontrollida, et universaalse helipea tööpilu hõivaks pisut vähem kui poole ja kustutuspea tööpilu täpselt poole või pisut enam lindi laiusest.

6. peatükk

TRANSISTORVASTUVÕTJATE KORRASTAMINE

6.1. TRANSISTORVASTUVÕTJATE RIKETE AVASTAMISE ISEÄRASUSED

Proovimise järjekord. Transistorvastuvõtjas esinevatest vigadest avastatakse suurem osa juba selle üksikosade kontrollimisel. Kuid esineb ka selliseid vigu, mille avastamine nõuab eri seadmeid, nagu signaalgeneraator ja signaaliindikaator (vt. 2. ptk.).

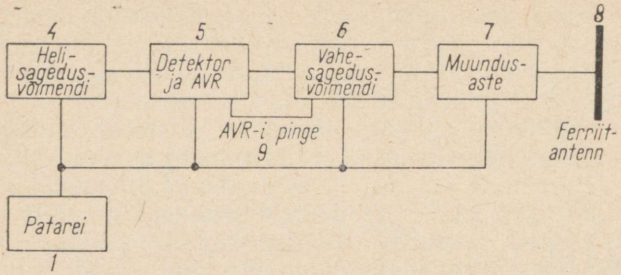
Transistorvastuvõtja osade ja astmete korrasolekut kontrollitakse alltoodud järjekorras (joon. 6.1):

1) vastuvõtja toide;
2) pingete, voolude ja takistuste mõõtmine;
3) transistoride ja dioodide korrasoleku kontrollimine;
4) helisagedusvõimendi;
5) detektor;
6) vahesagedusvõimendi;
7) muundusaste;
8) ferriitantenn;
9) automaatne võimendusregulaator (AVR).

Vastuvõtja toide. Patarei sisetakistus suureneb patarei vananemisel. Sellest tingituna võivad esineda vastuvõtjas nõrk, moonutatud vastuvõtt, viled ja kõikuv helitugevus.

Patarei korrasolekut on võimalik kontrollida vastuvõtjas endas. Selleks lülitatakse vastuvõtja tööle ja häälestatakse töötavale saatjale, kusjuures helitugevusregulaator seatakse maksimaalsele tugevusele. Järgnevalt ühendatakse voltmeetri mõõtepistikud patarei kontaktidega. Patarei tuleb asendada uuega juhul, kui selle pinge langeb koormamisel 50 protsendini nimipingest (9 voldi asemel 4 . . . 5 volti).

Patarei korrasolekut on soovitav kontrollida juba enne



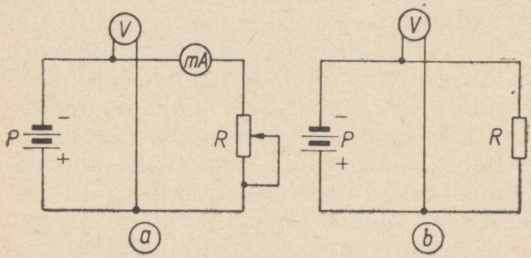
Joon. 6.1. Transistorvastuvõtja osade ja astmete korrasoleku kontrollimise järjekord

selle vastuvõtjasse asetamist. Selleks kasutatakse volt- ja milliampermeetrit ning vastava suurusega koormustakistit. Joonisel 6.2 on toodud patarei korrasoleku kontrollimise skeemid. Vajaliku koormustakisti takistus sõltub transistorvastuvõtja voolutarbest maksimaalse signaalitugevuse korral.

Näide. Transistorvastuvõtjas «Selga» kasutatakse toiteks 9-V pingega patareid «Krona». Vastuvõtja keskmine voolutarve on 30 mA. Seega vajaliku koormustakisti takistus ja võimsus

$$R = \frac{U}{I} = \frac{9}{0{,}03} = 300\ \Omega; \quad N = \frac{U^2}{R} = \frac{9^2}{300} = \frac{81}{300} = 0{,}27\ \text{W}.$$

Kui patarei pinge langeb 30-mA koormuse juures 50 ... 60% nimipingest, tuleb ta asendada uuega.

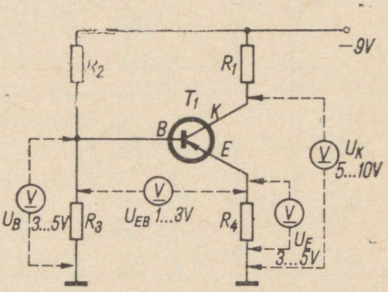


Joon. 6.2. Patarei korrasoleku kontrollimine:
a — voltmeetri ja ampermeetriga, *b* — voltmeetriga

Pingete mõõtmine. Tingituna transistorvastuvõtja vooluringide suhteliselt väikesest takistusest saab enamikku režiime kindlaks määrata hariliku voltmeetriga (testriga), mille sisetakistus on 5 ... 10 kΩ/V. Joonisel 6.3 on toodud võimalikud moodused pinge mõõtmiseks tüüpilise võimendusastme erinevates ahelates. Voltmeetri juures on antud ka vastava pinge orienteerivad väärtused.

Takisti R_4 takistus emitteri vooluringis on reeglina väike (1 ... 2 kΩ piires), mistõttu voltmeetri sisetakistus pinge mõõtmiseks võib olla suhteliselt väike (10 ... 20 kΩ); seega 3-V mõõtepiirkonna puhul peab voltmeetri sisetakistus olema 3 ... 6 kΩ/V.

Transistori kollektoripinget võib samuti mõõta hariliku



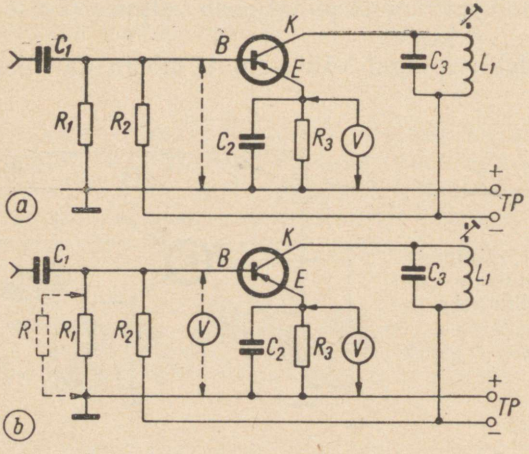
Joon. 6.3. Voltmeetri rakenduspunktid transistorvastuvõtja astme töörežiimi kontrollimiseks

testriga, kui takisti R_1 suurus ei ületa 5 kΩ. Selle takisti suurema väärtuse korral on aga soovitav kasutada lampvoltmeetrit. Kui seda võimalust pole, tuleb pinge määrata kaudsel teel. Jättes arvestamata baasivoolu suuruse, võib lugeda voolud kollektori ja emitteri vooluringides võrdseks. Seega mõõtes pinget takistil R_4 ja teades selle takistust, saab Ohmi seadust rakendades leida takisteid R_4 ja R_1 läbiva voolu. Edasi, arvutades pingelangu takistil R_1 ja lahutades saadud suuruse toiteallika pingest, saame pinge transistori kollektoril.

Pingelangu takistil R_3 võib samuti mõõta hariliku voltmeetriga, juhul kui selle takisti takistus ei ületa 5 kΩ. Praktiliselt on aga takisti R_3 (samuti R_2) takistus tunduvalt suurem (kuni 30 kΩ), selleks et vähem koormata toitepatareid. Sellistel juhtudel tuleb kasutada lampvoltmeetrit. Samuti kasutatakse lampvoltmeetrit baasi ja emitteri vahelise pinge mõõtmiseks.

Pooljuhtdioodide korrasoleku kontrollimist on käsitletud paragrahvis 4.1.

Transistorid. Transistoride peamisteks riketeks on lühised või katkestused transistori elektroodide vahel, kuid esineb ka juhtumeid, kus pooljuhtkristall on riknenud. Kõrg-, vahesagedus- ja helisagedusvõimendi eelastmetes olevaid transistore kontrollitakse voltmeetri abil joonise 6.4 kohaselt. Esmalt mõõdetakse emitteri vooluringis oleval takistil R_3 (joon. 6,4, *a*) tekkiv pingelang (näit. 1 V).

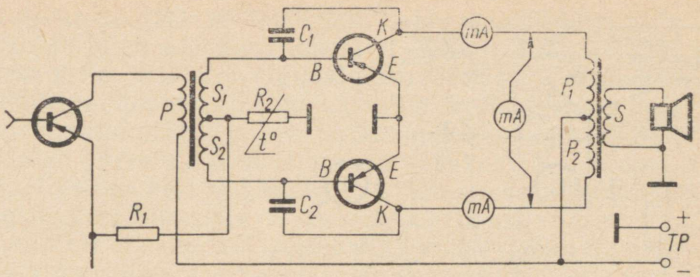


Joon. 6.4. Transistori korrasoleku kontrollimine voltmeetriga vastuvõtjas:
a — baasi lühistamisel, *b* — baasi sildava takistiga

Seejärel ühendatakse transistori baas (punkt *B*) vastuvõtja šassiiga, s. o. toiteallika plussjuhtmega. Kui transistor on töökorras, väheneb voltmeetri näit (näit. 0,1 voldini).

Võib kasutada ka teist moodust, kus transistori baasi ei maandata vahetult, vaid läbi takisti (joon. 6,4, *b*). Seejuures tuleb takisti *R* takistus valida võrdne takisti R_1 takistusega. Korras transistori puhul langeb pinge baasil ja emitteril umbes 50%.

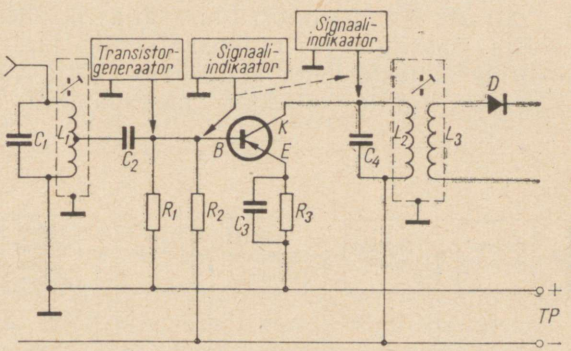
Vastastakt-lõppastme transistore kontrollitakse milliampermeetri abil, mis ühendatakse järjekorras kummagi transistori kollektori vooluringi (joon. 6.5). Kui milli-



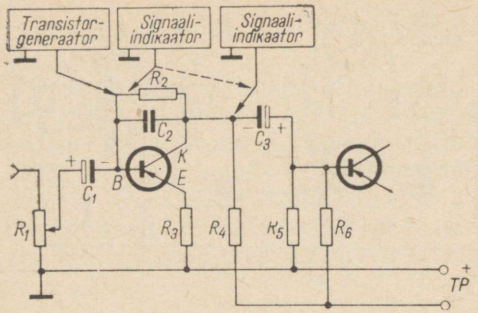
Joon. 6.5. Transistoride korrasoleku kontrollimine milliampermeetri abil vastastaktvõimendis

ampermeetri osuti hälbed on mõlemal juhul võrdsed, siis on ka nende transistoride vooluvõimendustegurid võrdsed. Samal eesmärgil võib milliampermeetri (piirkonnaga 3 . . . 5 mA) ühendada väljundtrafo primaarmähise väliste otste vahele. Juhul kui milliampermeetri osuti näitab nulli, on mõlema transistori elektrilised näitajad võrdsed.

Transistori ja ühtlasi kogu astme korrasolekut saab kontrollida signaalgeneraatori ja signaaliindikaatori abil. Vahesagedusvõimendis ühendatakse signaalgeneraatori väljund ja signaaliindikaatori kõrgsagedussisend baasiga (joon. 6.6). Seejärel reguleeritakse signaaliindikaatori



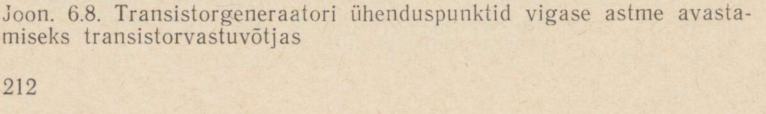
Joon. 6.6. Transistoride korrasoleku kontrollimine transistorgeneraatori ja signaaliindikaatori abil vahesagedusvõimendis



Joon. 6.7. Transistoride korrasoleku kontrollimine transistorgeneraatori ja signaaliindikaatori abil helisagedusvõimendis

helitugevusregulaatori abil peatelefonides sobiva tugevusega heli. Järgnevalt ühendatakse signaaliindikaatori kõrgsagedussisend sama transistori kollektoriga. Korrasoleva transistori puhul peab peatelefonides kostma eelnevast palju tugevam heli. Vastasel korral on kas transistor või mõni antud astme üksikosa rikkis. Transistori korrasolekut helisagedusvõimendis kontrollitakse kirjeldatud viisil, kuid kasutatakse signaaliindikaatori helisagedussisendit (joon. 6.7).

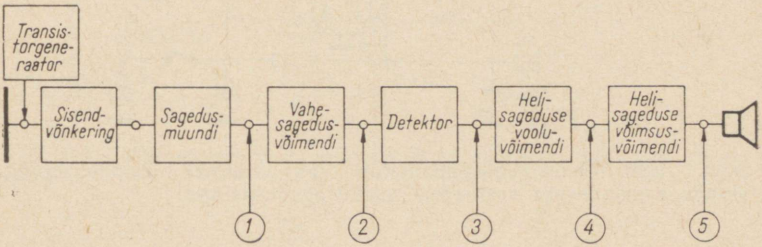
Rikkis transistori avastamiseks vastuvõtja lülituses saab kasutada ka elektrolüütkondensaatorit mahtuvusega 5 ... 10 μF. Kondesaatori plussväljaviik ühendatakse vastuvõtja šassiiga ja miinusväljaviik järk-järgult transistoride kollektoritega alates vastuvõtja väljundastmest. Transistor, mille kollektori maandamisel kondensaatori



Joon. 6.8. Transistorgeneraatori ühenduspunktid vigase astme avastamiseks transistorvastuvõtjas

abil valjuhääldajast kostev kahin märgatavalt tugevneb, on rikkis ja tuleb asendada uuega.

Vigase astme leidmine signaalgeneraatoriga ja signaaliindikaatoriga. Joonisel 6.8 on näidatud signaalgeneraatori ühenduspunktid rikkis astme avastamiseks. Kontrollimist alustatakse paremalt poolt suunaga vasakule. Kui proovipunktis *1* esines heli ja punktis *2* ei esinenud, peitub viga helisagedus-eelvõimendis. Esines aga heli punktides *1, 2, 3* ja punktis *4* ei esinenud, peitub viga vahesagedusvõimendis. On vigane aste avastatud, tuleb kontrollida sinna kuuluvaid üksikosi, s. o. transistori, takisteid, kondensaatoreid ja nende elektrilist montaaži.



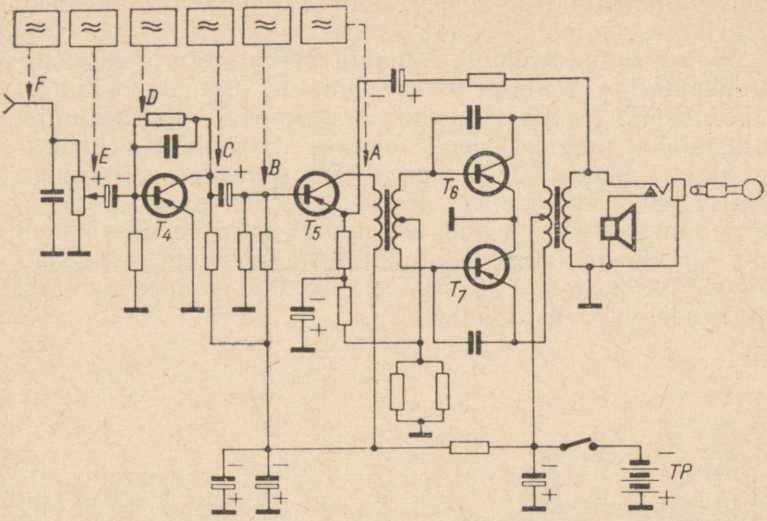
Joon. 6.9. Signaaliindikaatori ühenduspunktid vigase astme avastamiseks transistorvastuvõtjas

Signaaliindikaatoriga kontrollitakse vastuvõtjat joonisel 6.9 näidatud järjekorras.

Kõrgsagedusvõimendi, sagedusmuundi ja vahesagedusvõimendi kontrollimisel peab signaaliindikaatori sisendis olema dioodalaldi sisse lülitatud, detektorile järgmiste astmete puhul aga välja lülitatud.

6.2. RIKKEID VÕIMSUSVÕIMENDIS

Üldist. Kui vastuvõtja toitepatarei on korras, kuid vastuvõtja ei tööta, tuleb järgnevalt otsida viga madalsagedusastmetest alates võimsusvõimendiga ja valjuhääldajaga. Eelnevalt tuleb kindlaks teha, kas vastuvõtja lüliti on korras. Et selgitada, kas rike peitub võimsusvõimendis või eelastmetes, ühendatakse helisagedusgeneraatori (tran-



Joon. 6.10. Helisagedusgeneraatori väljundjuhtme ühenduspunktid vigade avastamiseks vastuvõtja madalsagedusastmes

sistorgeneraatori) väljundjuhtmed järjekorras punktidesse *A* ... *F* (joon. 6.10). Kui näiteks helisagedusgeneraatori väljund on ühendatud punkti *A* ja valjuhääldajas puudub heli, on viga võimsusvõimendis või valjuhääldajas.

Võimsusvõimendis esinevad rikked võivad väljenduda järgmiselt:

vastuvõtja vaikib täielikult;

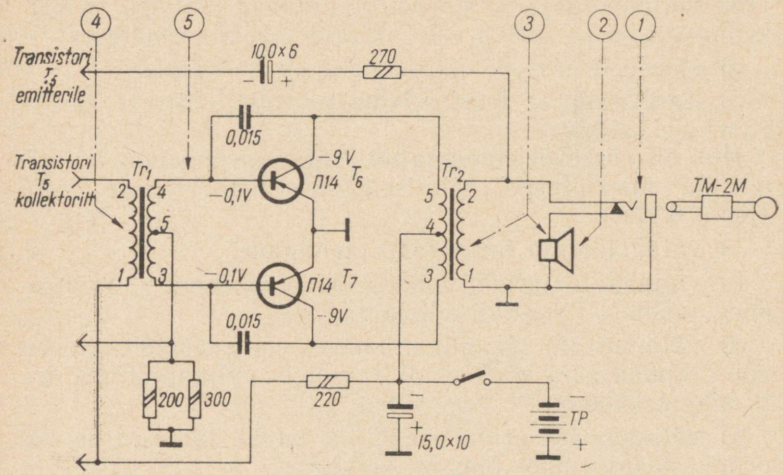
heli on nõrk või moonutatud.

Võimsusvõimendi astme vigade avastamiseks on vajalikud järgmised mõõteriistad, seadised ja üksikosad: helisagedusgeneraator (transistorgeneraator), signaaliindikaator, avomeeter, proovivaljuhääldaja, sisend- ja väljundtrafo, vastav transistor ning mitmesuguseid kondensaatoreid ja takisteid.

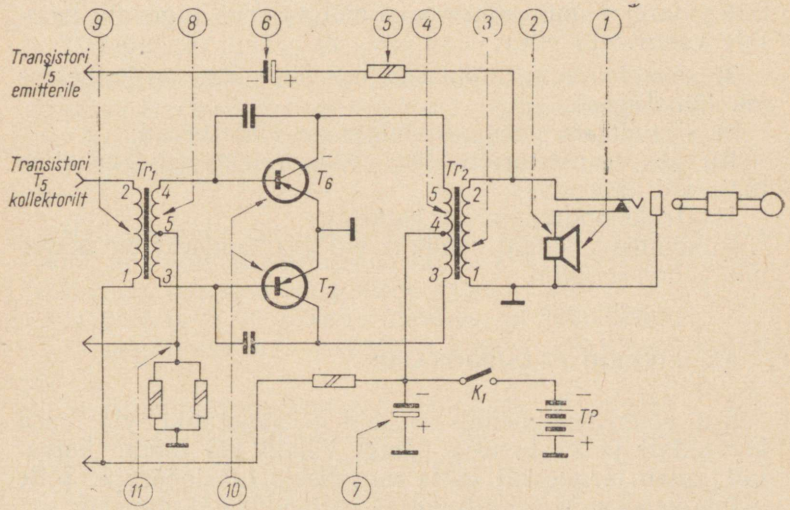
Puudub vastuvõtt. Kui eespool kirjeldatud meetodi kohaselt avastati, et rike peitub võimsusvõimendis, võivad esinevate rikete põhjused olla järgmised (joon. 6.11):

1) peatelefoni pistikupesa kontaktid on avatud (katkestus);

2) valjuhääldaja võnkepooli mähises on katkestus;



Joon. 6.11. Võimsusvõimendi proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel



Joon. 6.12. Võimsusvõimendi proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

3) valjuhääldaja võnkepooli painduvad juhtmed on katkenud või on katkestus väljundtrafo sekundaarmähises;

4) sidestustrafo primaarmähises on katkestus;

5) üksikosade ja trükkmontaaži voolu juhtivate ribade vahel on katkestus.

Heli on nõrk või moonutatud. Võimsusvõimendis võivad tekkida moonutused põhiliselt järgmiste vigade tõttu (joon. 6.12):

1) valjuhääldaja membraan on vigane;

2) valjuhääldaja võnkepoolis on lühiskeerud või võnkepooli mähis on poolialuselt lahti;

3) väljundtrafo sekundaarmähises esinevad lühiskeerud või valjuhääldaja võnkepooli painduva väljundjuhtme osa traate on katkenud;

4) väljundtrafo primaarmähises esineb lühiskeerde või primaarmähise ühes õlas on katkestus;

5) negatiivse tagasisidestuse takistis on katkestus;

6) negatiivse tagasisidestuse kondensaatoris on katkestus;

7) toitepatareid sildav kondensaator on kaotanud osaliselt oma mahtuvuse või on selles katkestus (vananenud toitepatarei puhul esineb vastuvõtjas eriti tugevate saatjate vastuvõtul vile);

8) sisendtrafo sekundaarmähise ühes õlas on katkestus või lühiskeerud;

9) sisendtrafo primaarmähises on lühiskeerud;

10) üks transistoridest on rikkis (elektroodidevaheline lühis või katkestus);

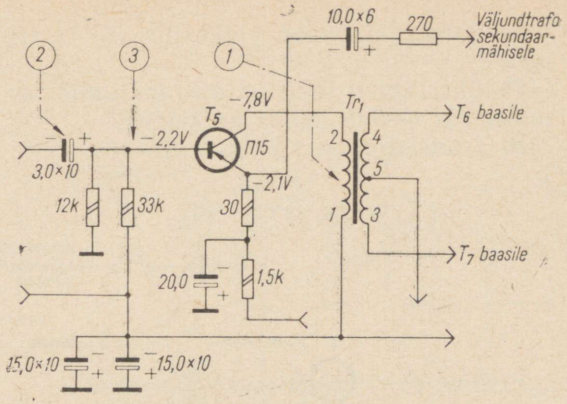
11) trükkmontaažis on katkestus.

Proovimisvahendid nende rikete avastamiseks on samad mis eelmisel juhul.

6.3. RIKKEID FAASIPÖÖRAJAS

Kui võimsusvõimendis rikkeid ei avastatud või need kõrvaldati ja vastuvõtja ikkagi vaikib või töötab korratult, tuleb järgnevalt võtta uurimisele faasipööraja. Selle astme vead võivad vastuvõtjas väljenduda järgmiselt:

vastuvõtt puudub täielikult;
heli on nõrk või moonutatud.



Joon. 6.13. Faasipööraja proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu (heli) täieliku puudumise põhjuseks võivad olla faasipööraja allpool loetletud rikked (joon. 6.13):

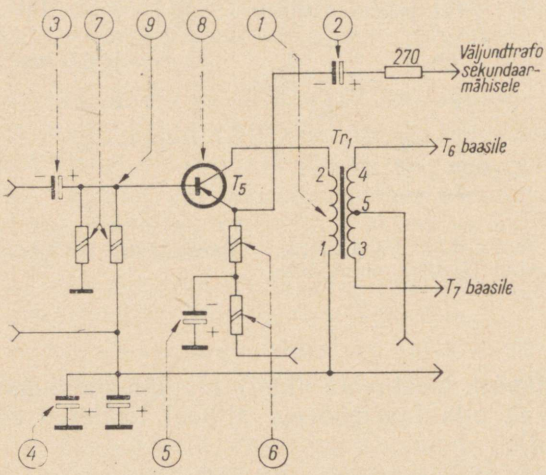
1) sisendtrafo primaarmähises on katkestus;
2) ülekandekondensaatoris on katkestus;
3) trükkmontaažis on katkestus.

Loetletud rikete avastamiseks on tarvilikud helisagedusgeneraator (transistorgeneraator), signaaliindikaator, avomeeter, sisend- ja väljundtrafo, vastav transistor ja takisteid ning kondensaatoreid, mille suurused on antud joonisel 6.13.

Heli on nõrk või moonutatud. Faasipöörajas peituvad vead, mis võivad põhjustada nõrka või moonutatud vastuvõttu, on põhiliselt järgmised (joon. 6.14):

1) sidestustrafo primaarmähises on lühiskeerud;
2) negatiivse tagasisidestuse kondensaatoris on katkestus;
3) ülekandekondensaatori dielektrik on juhtiv;
4) lahtisidestuskondensaator on kaotanud mahtuvuse (vastuvõtjas esineb tugev undamine, vile);
5) lahtisidestuskondensaatori mahtuvus on tunduvalt vähenenud või esineb katkestus (madalsagedusaste genereerib, mis avaldub valjuhääldajas undamisena);

6) ühes takistis on katkestus või ta takistus on suurenenud;
7) ühe takisti takistus on muutunud normaalsest suuremaks või esineb selles katkestus;
8) transistor on rikkis;

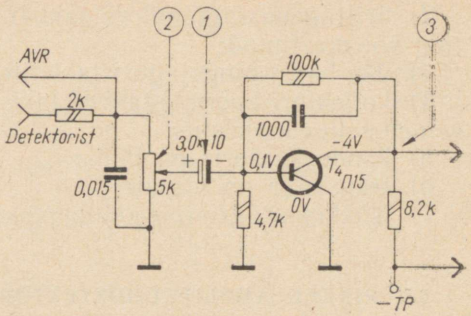


Joon. 6.14. Faasipööraja proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

9) katkestus üksikosade ja trükkmontaaži voolu juhtivate ribade vahel.
Proovimisvahendid nende rikete avastamiseks on samad mis eelmisel juhul.

6.4. RIKKED MADALSAGEDUS-EELVÕIMENDIS

Vooluvõimendusastmete vead võivad vastuvõtjas väljenduda järgmiselt:
puudub vastuvõtt;
heli on nõrk või moonutatud.
Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu (heli) täieliku puudumise põhjuseks võivad olla vooluvõimendi järgmised rikked (joon. 6.15):
1) ülekandekondensaator ei oma mahtuvust;
2) helitugevusregulaator on vigane;



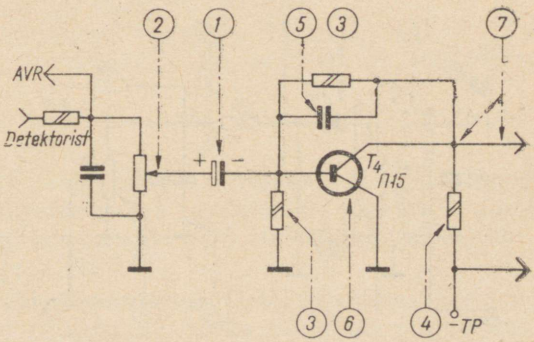
Joon. 6.15. Vooluvõimendi proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

3) katkestused trükkmontaažis (mõra voolu juhtivas ribas, või üksikosa ja voolu juhtiva riba vaheline katkestus).

Loetletud rikete avastamiseks on tarvilikud transistorgeneraator, avomeeter, töökorras transistor, takisteid ning kondensaatoreid, mille suurused on antud joonisel 6.15.

Heli on nõrk või moonutatud. Eelvõimendusastmete vead, mis võivad põhjustada nõrka või moonutatud vastuvõttu, on põhiliselt järgmised (joon. 6.16):

1) ülekandekondensaator on lühises või on ta mahtuvus vähenenud;



Joon. 6.16. Vooluvõimendi proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

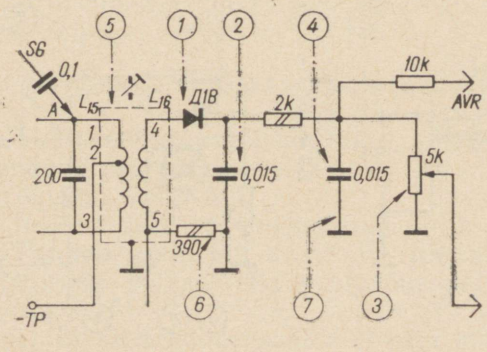
2) helitugevusregulaatori takistusrõnga pind on kulunud või mustunud;
3) üks baasi pingejaguri takistitest on rikkis;
4) kollektori koormustakisti takistus on suurenenud või esineb selles katkestus;
5) kondensaatoris on lühis;
6) transistor on vigane;
7) trükkmontaažis on «külm» joode.

6.5. RIKKED AMPLITUUDDETEKTORIS

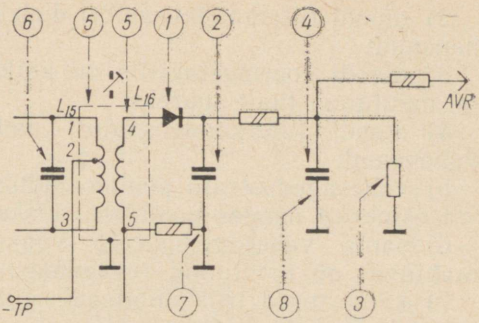
Detektorastme korrasoleku esialgseks kontrollimiseks on otstarbekas kasutada vahesagedusele häälestatud signaalgeneraatorit, mille varjestatud väljundjuhe ühendatakse 0,1-μF kondensaatori kaudu vahesagedustrafo primaarmähise ülemise otsa külge (punkti *A* joonisel 6.17). Töökorras detektori puhul peab valjuhääldajast kostma signaalgeneraatori modulatsioonisagedusega heli.

Detektorastme rikked võivad vastuvõtja valjuhääldaja kaudu väljenduda samuti heli puudumisena või moonutusena.

Supervastuvõtjas kuulub detektorastmesse ka viimane vahesagedustrafo, milles samuti võivad esineda mitmesugused rikked. Nii näiteks võivad muutuda vahesagedusvõnkeringide rööbitiste kondensaatorite mahtuvused, mis põhjustab vastuvõtja tundlikkuse langust. Sama nähtust



Joon. 6.17. Amplituuddetektori proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel



Joon. 6.18. Amplituuddetektori proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

võivad esile kutsuda ka poolide logisevad ja oma esialgsest asendist väljanihkunud südamikud. Vahesagedustrafo mähistes võivad esineda lühiskeerud või katkestused ning mähiste otste halvad jootekohad. Kõik need vead põhjustavad kas vastuvõtja täielikku vaikimist või selle helitugevuse langust.

Puudub vastuvõtt. Kui signaalgeneraatoriga kontrollimisel selgus, et detektoraste ei tööta, siis võivad joonise 6.17 kohaselt esineda selles astmes järgmised vead:

1) dioodis on katkestus;
2) dioodi filterkondensaatoris on lühis;
3) dioodi koormustakistis on katkestus;
4) dioodi filterkondensaatoris on lühis;
5) vahesagedustrafo on vigane;
6) katkestused trükkmontaažis, üksikosa ja trükkmontaaži vahel;
7) katkestused trükkmontaaži voolu juhtivate ribade vahel.

Loetletud rikete avastamiseks on tarvilikud signaalgeneraator (transistorgeneraator), avomeeter, töökorras diood ja takisteid ning kondensaatoreid, mille keskmised suurused on antud joonisel 6.17.

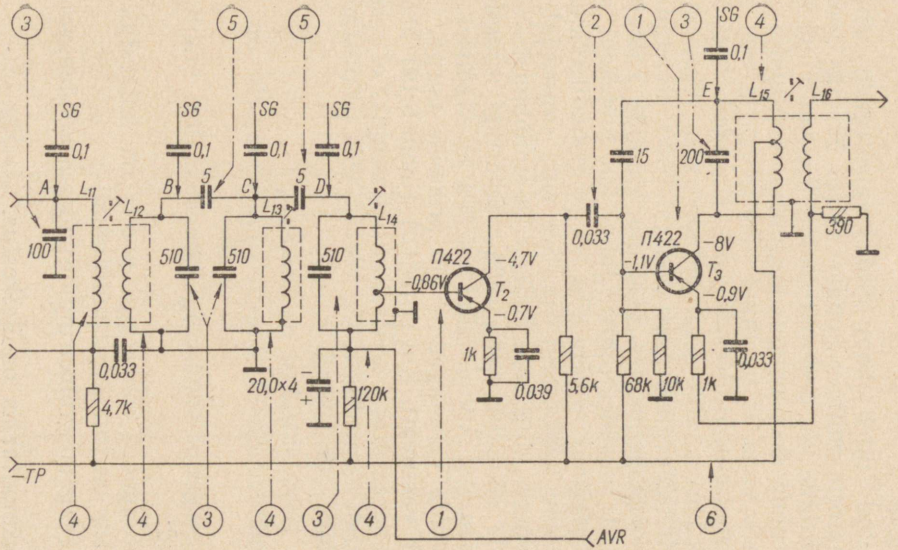
Heli on nõrk või moonutatud. Detektorastmes peituvad vead, mis võivad põhjustada nõrka või moonutatud vastuvõttu, on põhiliselt järgmised (joon. 6.18):

1) dioodi vastutakistus on suuresti vähenenud;

2) dioodi filterkondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
3) dioodi koormustakistis on katkestus või ta takistus on muutunud liialt suureks;
4) dioodi filterkondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
5) vahesagedustrafo poolide induktiivsus on muutunud või esinevad nendes poolides lühiskeerud (ebahäälestus);
6) sama vahesagedustrafo võnkeringi kondensaatori mahtuvus on muutunud (ebahäälestus);
7) katkestused trükkmontaažis (üksikosa ja voolu juhtiva riba vaheline katkestus);
8) mõra voolu juhtivas ribas.
Nimetatud vigade avastamiseks on kasutatavad samad mõõteriistad ja proovimisvahendid mis eelmisel juhul.

6.6. RIKKED VAHESAGEDUSVÕIMENDIS

Üldist. Kui on selgunud, et seniproovitud astmetes rikkeid ei esinenud, tuleb alustada nende otsimist vahesagedusvõimendis. Selleks tuleb kõigepealt kontrollida vahesagedusvõimendi transistorile rakendatud pingeid.
Üksikosad, nagu vahesagedus-võnkeringid, sidestuskondensaatorid ning takistid, mille rikked mõjutavad kogu astme korrapärast töötamist, tuleb kontrollida nende asendamise teel korrasolevatega. Selleks ühendatakse kahtlustatava üksikosa üks ots montaažist lahti ja joodetakse ajutiselt trükkmontaaži poolele korrasolev detail.
Vahesagedus-võnkeringide häälestuse kontrollimiseks tuleb kasutada signaalgeneraatorit, mis häälestatakse korrastatava vastuvõtja vahesagedusele, s. o. 465 kHz.
Signaalgeneraatori väljundjuhe ühendatakse 0,1-μF mahtuvusega kondensaatori kaudu algul teise vahesagedustrafo punkti *E* (joon. 6.19). Signaalitugevuse kontrollimiseks võib kasutada vastuvõtja enda valjuhääldajat. Täpsemaks kontrollimise abinõuks on väljundimõõtja, mis ühendatakse võimsusvõimendi väljundisse.
Järgnevalt tuleb kontrollida, kas pooli südamiku keeramine mõjutab võnkeringi induktiivsust, mis avaldub väljundpinge muutumises. Võnkeringi häälestamisega tuleb saavutada signaali suurim tugevus, mida näitab väljundimõõtja. Niiviisi tuleb järgemööda kontrollida kõigi nelja



Joon. 6.19. Vahesagedusvõimendi proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

vahesagedus-võnkeringi korrasolekut, alates teise vahesagedustrafo primaarringiga (punkt *E*) ja lõpetades esimese vahesagedustrafo primaarringiga (punkt *A*). Kui mõni kontrollitavatest võnkeringidest pole korras, siis ei reageeri väljundimõõtja võnkeringi elementide suuruse muutumisele.

Sel juhul tuleb kontrollida vahesagedus-võnkeringi kondensaatorit, milleks kondensaatori üks ots joodetakse lahti. Kahtlane või osaliselt mahtuvuse kaotanud kondensaator asendatakse uuega, kusjuures mahtuvuse suuruse lahkuminek vana (ettenähtud mahtuvus) ja uue kondensaatori vahel ei tohi ületada $\pm 5\%$. Kui võnkeringi kondensaator on korras, võib viga peituda sama võnkeringi poolis. Sageli esinevatest pooli riketest võiks nimetada lühiskeerde, kõrgsageduslitse üksikute kiudude katkestust ja jootekohtade oksüdeerumist. Juhul kui jootekoht on halb või oksüdeerunud, ei võta kõik kõrgsageduslitse kiud kõrgsagedusvoolu juhtimisest osa. See viga suurendab võnkeringis kadusid ning koos sellega ka sumbumist. Neil põhjustel pole võimalik häälestada võnkeringi mingile kindlale sagedusele. Antud juhul on vea avastamiseks soovitav asendada vahesagedustrafo prooviks uuega.

Puudub vastuvõtt. Kui punkti *A* (joon. 6.19) ühendatud signaalgeneraatoriga kontrollimisel selgus, et vahesagedusvõimendi astmed ei tööta, võivad seda põhjustada järgmiste üksikosade rikked:

1) üks transistoridest on rikkis;

2) astmetevahelises sidestuskondensaatoris on katkestus;

3) vahesagedus-võnkeringi kondensaatori mahtuvus on vähenenud;

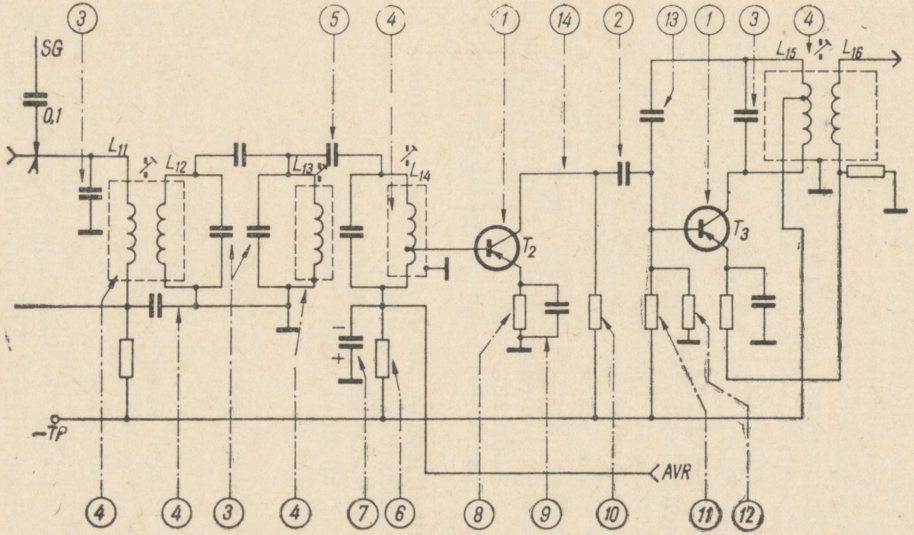
4) vahesagedus-võnkeringi poolis on katkestus või ta induktiivsus on tunduvalt muutunud;

5) vahesagedus-võnkeringide sidestuskondensaatoris on katkestus;

6) trükkmontaažis on katkestus.

Nimetatud rikete avastamiseks on tarvilikud signaalgeneraator, avomeeter, väljundimõõtja, korrasolev transistor ja mitmesuguse suurusega takisteid ning kondensaatoreid, mille ligikaudsed suurused on antud joonisel 6.19.

Nõrk või moonutatud vastuvõtt. Juhul kui signaalgeneraator on ühendatud punkti *A* (joon. 6.20) ja valjuhääl-



Joon. 6.20. Vahesagedusvõimendi proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

dajast kostab nõrk või moonutatud heli, on võimalikud all-loetletud üksikosade vead:

1) üks transistoridest on vigane;

2) sidestuskondensaatori dielektrik on juhtiv;

3) vahesagedus-võnkeringi kondensaatori mahtuvus on muutunud või ta dielektrik on voolu juhtiv;

4) vahesagedus-võnkeringi poolis on lühiskeerud või kõrgsageduslitse üksikud kiud on katkenud;

5) sidestuskondensaator on lühises;

6) baasitakisti takistus on suurenenud (transistori T_2 töörežiim on rikutud);

7) baasitakistit sildav kondensaator ei oma mahtuvust (vahesagedusaste genereerib, mis avaldub muutuva kõrgusega vilena vastuvõtja häälestamisel);

8) emitteritakisti takistus on suurenenud;

9) emitteri vooluringi kondensaator ei oma mahtuvust või esineb selles lühis;

10) kollektori koormustakisti takistus on suurenenud, mille tagajärjel kollektoripinge on normaalsest madalam ja transistori töörežiim rikutud;

11 ja 12) transistori baasi pingejaguri takistis on katkestus;

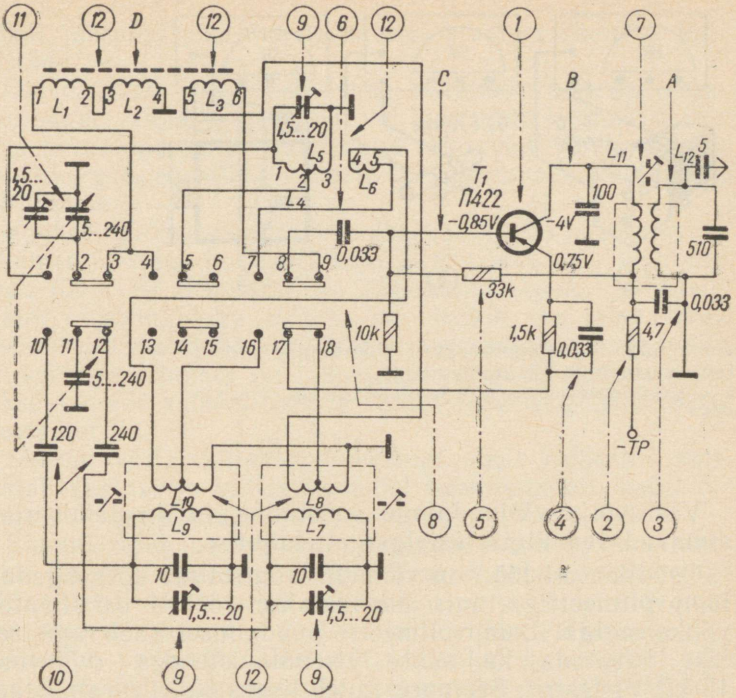
13) neutraliseerimiskondensaatoris esineb katkestus (vahesagedusaste genereerib);

14) trükkmontaažis on katkestus.

Proovimisvahendid nende rikete avastamiseks on samad mis eelmisel juhul.

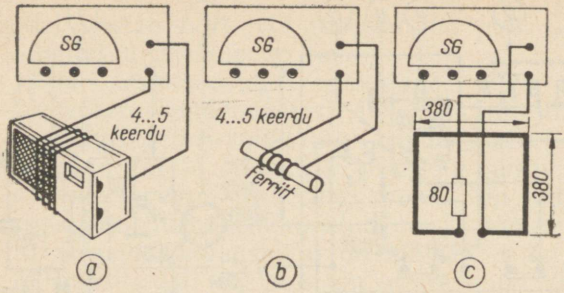
6.7. RIKKED MUUNDUSASTMES

Üldist. Kui selgus, et madalsagedus- ja vahesagedusvõimendis rikkeid ei esinenud või need kõrvaldati ja vastuvõtja ikkagi ei tööta, tuleb viga otsida muundusastmest. Selleks rakendatakse signaalgeneraatori moduleeritud kõrgsageduspinge (joonise 6.21 kohaselt) järjekorras punktidesse *A* ja *B* (vahesagedus 465 kHz) ning *C* ja *D* (sagedus 1000 kHz). Kui proovitav vastuvõtja omab antenni pistikupesa, siis ühendatakse signaalgeneraatori väljund otseselt sellega (punkt *D*). Vastuvõtjad aga, millel ei ole antenni pistikupesa, sidestatakse signaalgeneraatori väljundiga ühe joonisel 6.22 toodud skeemi järgi. Joonise 6.22, *a* kohaselt mähitakse proovitava vastuvõtja ümber 4 ... 5 keerdu 0,4 ... 0,8 mm jämedust isoleeritud



Joon. 6.21. Muundusastme proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel

vasktraati. Traadi otsad ühendatakse signaalgeneraatori väljundiga. Vastavalt joonisele 6.22, *b* mähitakse tavalisele ferriitsüdamikule samuti 4 . . . 5 keerdu 0,3 . . . 0,5 mm jämedust isoleeritud vasktraati, mille otsad ühendatakse signaalgeneraatori väljundiga. Signaalgeneraatori sidestamiseks vastuvõtja sisendiga paigutatakse ferriitsüdamik vastuvõtjas asetseva ferriitantenniga ühisele suunale. Joonise 6.22, *c* kohaselt kasutatakse signaalgeneraatori sidestamiseks transistorvastuvõtjaga metallist raami. Raam valmistatakse 3 . . . 5 mm jämedusest vask- või alumiiniumtraadist või -torust. Signaalgeneraatori väljund ühendatakse raami otstega 80-Ω masstakisti kaudu. Kontrollitav vastuvõtja asetatakse risti raami küljega kuni 1 m kaugusele. Kaugus sõltub vastuvõtja tundlikkusest ja ka signaalgeneraatori väljundpingest.



Joon. 6.22. Signaalgeneraatori sidestamine proovitava vastuvõtja ferriitantenniga:
a — sidestuskeerdudega, *b* — ferriitsüdamikuga, *c* — raamiga

Vastuvõtja väljundpinge mõõtmine ja kuulamisproov annavad vea liigist esialgse ettekujutise.

Ostsillaatori tööd on võimalik kontrollida kõrgsagedus-lampvoltmeetriga, mis ühendatakse rööbiti ostsillaatorvõnkeringiga. Lampvoltmeetri puudumisel saab aga selleks kasutada ka suure sisendtakistusega (vähemalt 15 kΩ/V) testrit. Seejuures tuleb lisaks testrile valmistada eraldi mõõtepea (joon. 6.23). Mõõtepea üksikosad ja montaaž on soovitav paigutada plekist torukujulisse karpi. Karbi esiosa külge kinnitatakse isoleeritult mõõteteravik. Karbi teise otsa külge paigutatakse kaks pistepesa, mille külge ühendatakse testri mõõtejuhtmed. Testri mõõtepiirkondade ümberlüliti asetatakse madalaimale alalispinge mõõtepiirkonnale (1 . . . 1,5 V). Järgnevalt ühendatakse mõõtepea pistik ostsillaatorvõnkeringi punktiga *A* (joon. 6.24) ja selle maandus vastuvõtja šassiiga, s. o. toitepatarei plussklemmiga. Testri osuti näit ja selle suuruse muutumine vastuvõtja häälestamisel on tunnuseks, et ostsillaator vastaval laineastmikul on töökorras.

Muundusastme mitmesuguste vigade põhjuseks võib olla pöördkondensaator, mille plaatidevahelise lühise puhul ostsillaatori sektsioonis ostsillaator ei tööta. Sama kondensaatori sisendvõnkeringi sektsiooni plaatide lühistumisel ei tööta sisendvõnkering. Mõlemal juhul vastuvõtja vaikib. Pöördkondensaatori lühist on võimalik kontrollida oommeetri või huumlampindikaatoriga. Selleks tuleb ena-

mikul juhtudel pöördkondensaatori staatori ühendus katkestada.

Ostsillaatori- või sisendastme mittetöötamist põhjustavad sageli lainelüliti vigased või mustunud kontaktid, mis oma suure üleminekutakistusega tekitavad võnkeringides suuri kõrgsageduslikke kadusid. Eriti teravalt avaldub see lühilaineil.

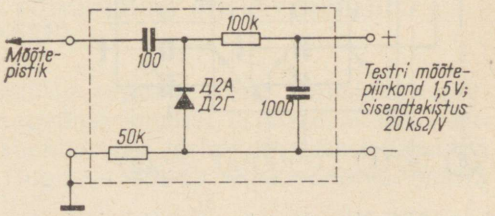
Võnkeringide algmahtuvuse ühtlustamiseks kasutatavaid trimmereid tuleb hoolikalt kontrollida, sest neis võib esineda lühis. Et trimmerid on ühendatud sisend- ja ostsillaatorvõnkeringidega rööbiti, siis vaikib see laineastmik (iseseisvalt sisselülitavate võnkeringipoolide puhul), mille võnkeringis trimmer on lühistunud. Trimmereid kontrollitakse samade vahenditega ja samal viisil nagu pöördkondensaatoritki.

Sisend- või ostsillaatorvõnkeringi pooli katkestus põhjustab vastuvõtja vaikimist sellel laineastmikul, kuhu nimetatud pool kuulub.

Samuti tuleb kontrollida vahesagedustrafo primaarmähist. Ka oma algasendist ärapööratud primaarvõnkeringi südamik või mahtuvuselt vähenenud sama võnkeringi kondensaator põhjustavad vastuvõtja täielikku vaikimist.

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu täielikul puudumisel võivad muundusastmes esineda järgmised vead (joon. 6.21):

1) transistor on vigane;
2) lahtisidestusfiltri takisti on vigane;
3) lahtisidestusfiltri kondensaatoris on lühis;
4) emitteri vooluringi kondensaatoris on katkestus (ostsillaator ei tööta);
5) baasitakistis on katkestus;
6) baasi vooluringi kondensaatoris on katkestus;



Joon. 6.23. Mõõtepea elektriline skeem

7) vahesagedustrafo primaarmähise võnkeringi poolis on katkestus või ta induktiivsus on suurelt muutunud;

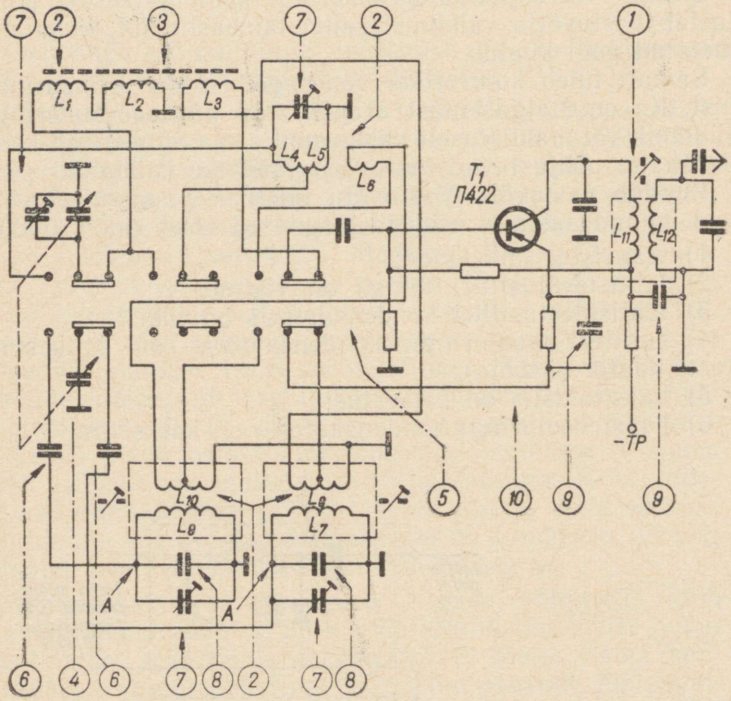
8) lainelüliti kontaktid on välja paindunud või mustunud;

9. trimmer on lühistunud (vaikib see laineastmik, mille võnkeringis trimmer on lühistunud);

10) ostsillaatori lühenduskondensaatoris on katkestus (vaikib see laineastmik, mille koosseisu kuulub nimetatud lühenduskondensaator);

11) häälestuskondensaatori plaadid on lühistunud või ta ühendustes on katkestus;

12) ostsillaator- või sisendvõnkeringi poolis on katkestus.



Joon. 6.24. Muundusastme proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral

Peale loetletud vigade võib esineda katkestusi ja puudulikke kontakte trükkmontaažis.

Loetletud vigade avastamiseks on tarvilikud signaalgeneraator, avomeeter, lampvoltmeeter, vastav transistor ja komplekt takisteid ning kondensaatoreid, mille ligikaudsed suurused on antud joonisel 6.21.

Nõrk või moonutatud vastuvõtt. Nõrka või moonutatud vastuvõttu võivad tekitada samasugused vead, mis esinesid vastuvõtu täielikul puudumisel. Esmajoones on võimalikud üksikosade alljärgnevad rikked (joon. 6.24):

1) vahesagedus-võnkeringi poolis on lühiskeerud või võnkeringi kondensaatori mahtuvus on muutunud;

2) võnkeringi poolis on lühiskeerud või ta otste jootekohtades on halb kontakt;

3) ferriitantenni südamikus on mõra;

4) pöördkondensaatoris esinevad isolatsiooni vead või ta ühendusjuhtmete jootekohad ei anna head kontakti;

5) lainelüliti on vigane (lainelüliti kontaktid on välja paindunud või oksüdeerunud);

6) ostsillaatori lühenduskondensaatori mahtuvus on muutunud;

7) ostsillaator- või sisendvõnkeringi trimmeri isolatsioonitakistus on vähenenud;

8) ostsillaatorvõnkeringi kondensaatori mahtuvus või tema dielektriku takistus on vähenenud;

9) püsikondensaatoris esineb katkestus;

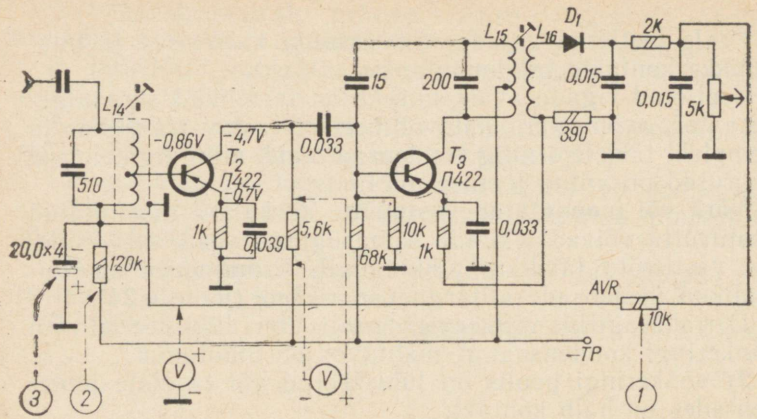
10) vastuvõtja skeemis on «külm» joode või trükkmontaažis katkestus (mõra voolu juhtivas ribas).

Nõrga või moonutatud vastuvõtu puhul tuleb vigade avastamiseks kasutada samu proovimisvahendeid kui puuduva vastuvõtu korral.

6.8. AUTOMAATSES VÕIMENDUSE REGULEERSEADISES ESINEVAID RIKKEID

Automaatne võimenduse reguleerimine transistorvastuvõtjas põhineb vahesagedusvõimendi esimese astme transistori baasivoolu vähendamisel detektorastmest saadava eelvoolu abil, mille tugevus sõltub vastuvõetava saatja signaalitugevusest.

AVR-i vigade avastamiseks tuleb kõigepealt mõõta alalispinge-lampvoltmeetriga (ka suurt sisendtakistust omava



Joon. 6.25. Voltmeetri rakenduspunktid AVR-i vigade avastamiseks

testriga) transistori T_2 (joon. 6.25) kollektori koormustakistil (5,6 kΩ) tekkivat pingelangu. Mõõdetakse esialgu signaalita, s. t. vastuvõtja ei ole häälestatud töötavale saatjale. Seejärel mõõdetakse pinget samade punktide vahel, kuid juba signaaliga. Nüüd sõltub mõõdetav pinge sisendsignaali tugevusest. Nii näiteks vastuvõtja «Spidola» puhul näitab voltmeeter signaalita 5 volti; signaali puhul (kohalik saatja) väheneb voltmeetri näit 2 voldile. Vastuvõetava saatja asemel võib signaali saamiseks kasutada ka signaalgeneraatorit, mille väljundjuhe ühendatakse vastuvõtja antennipuksiga. Antennipuksi puudumisel sidestatakse signaalgeneraator vastuvõtja sisendiga joonise 6.22 kohaselt.

AVR-i puudulikul töötamisel võivad esineda järgmised üksikosade vead (joon. 6.25):

1) AVR-i filtertakisti takistus on suurenenud või esineb selles katkestus;

2) baasitakisti takistus on suurenenud;

3) baasikondensaatori dielektriku takistus on vähenenud.

7. peatükk

SUPERVASTUVÕTJATE REGULEERIMINE JA HÄÄLESTAMINE

7.1. ÜLDJUHISEID

Vastuvõtja üksikute astmete ning sõlmede talitlusrežiimid vajavad reguleerimist ja tema võnkeringid häälestamist, kui pärast kõigi rikete kõrvaldamist osutub vastuvõtt ikkagi ebarahuldavaks — heli on nõrk või moonutatud, tundlikkus ja selektiivsus halb jne. Reguleerimisvajadustest annab selge ülevaate vastuvõtja parameetrite mõõtmine (vt. § 3.8).

Eriti mitmeliigilist reguleerimist vajavad uued omatehtud vastuvõtjad. Sel juhul tuleb enne esmakordset sisselülitamist kontrollida põhiliste üksikosade korrasolekut ja montaaži õigsust. Pärast sisselülitamist mõõdetakse toitepingeid ja pingeid lampide elektroodidel (vt. § 5.2) ning viiakse need enam-vähem vastavusse skeemil või kirjeldustes antud väärtustega.

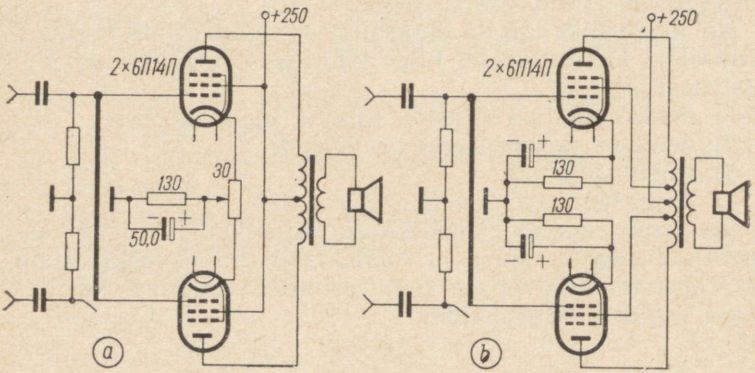
Nii tööstuslike kui ka omaehitatud vastuvõtjate reguleerimisel ja häälestamisel tuleb kinni pidada alltoodud järjestusest:

1) madalsagedusvõimendi (alates lõppastmest);
2) detektor ja vahesagedusvõimendi;
3) sagedusmuundi;
4) kõrgsagedusvõimendi.

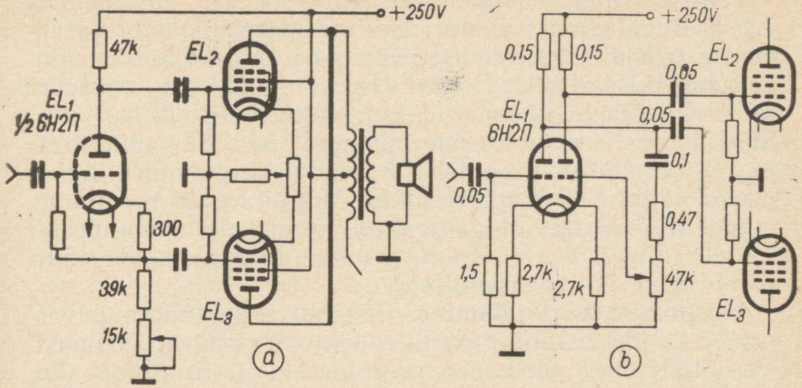
Selles järjekorras kirjeldatakse järgnevalt AM-lampvastuvõtjate reguleerimist ja häälestamist. FM-vastuvõtjate ja transistorvastuvõtjate reguleerimise iseärasusi käsitletakse eraldi paragrahvides.

Lõppaste. Lihtlülituses (ühelambilise) lõppastme reguleerimine seisneb võre-, anood- ja varivõrepingete vastavusse viimises skeemis antud väärtustega nende ahelate takistite takistuse muutmisega. Tarbe korral täpsustatakse tämbrireguleerimisahelate elementide väärtusi soovitava kõlavärvingu ja reguleerimisulatuse saamiseks.

Vastastakt-lõppastmes on põhiliseks reguleerimisoperatsiooniks astme õlgade sümmetreerimine. Selleks valitakse lõppastme jaoks selline lampide paar, millede katoodvoolud (võrepinge puudumisel) on võimalikult lähedased. Vastastaktastme õlgade tasakaalustamiseks dünaamilises režiimis tuleb ühe lõpplambi tüürvõre eelnevast astmest lahutada ja ühendada teise lõpplambi tüürvõrega (joonisel 7.1 näidatud jämeda joonega). Madalsagedusvõimendi sisendisse juhitakse helisagedusgeneraatorist signaal sagedusega 400 ... 1000 Hz. Joonisel 7.1, *a* kujutatud skeemiga lõppastme 30-oomise potentsiomeetri liugkontakt seatakse asendisse, mille puhul valjuhääldajast kostev heli on kõige nõrgem. Joonisel 7.1, *b* näidatud skeemi korral tuleb eelnevalt üks katoodtakisteist asendada mõnekümneoomise potentsiomeetri ja umbes 120-oomise takisti järjestikahelaga. Pärast minimaalse helitugevuse väljareguleerimist ühendatakse järjestikahela asemele selle takistusega püsitakisti. Helisagedusgeneraatori puudumi-



Joon. 7.1. Vastastaktastme sümmetreerimine



Joon. 7.2. Faasipööramisastme sümmetreerimine

sel võib reguleerimisel kasutada ka enam-vähem ühtlase helitugevusega raadiosaadet, kuid sel juhul peab faasipööraja olema sümmetreeritud. Reguleerimise lõpetamisel taastatakse esialgne lülitus.

Veelgi täpsemalt saab lõppastet sümmetreerida juhul, kui on kasutada mittelineaarmoonutuse mõõtja. Sel puhul lõpplampide võresid kokku ei ühendata. Mõõteriistad ühendatakse võimendiga joonisel 3.12, *a* näidatud skeemi järgi. Helisagedusgeneraatorist antakse madalsagedusvõimendi sisendisse selle tundlikkusega võrdne 400-hertsine pinge ja katoodtakistus reguleeritakse selliseks, et mittelineaarmoonutus oleks minimaalne. Seda reguleerimismoodust saab aga rakendada alles pärast faasipööraja väljareguleerimist, nii et lõpplampide tüürpinged ei erineks teineteisest üle 0,5%.

Faasipööramisastme reguleerimiseks on samuti mitmeid võimalusi. Näiteks joonisel 7.2, *a* kujutatud skeemi korral võib toimida järgmiselt. Ühe lõpplambi anood eraldatakse väljundtrafost ja ühendatakse kokku teise lõpplambi anoodiga (joonisel näidatud jämeda joonega). Madalsagedusvõimendi sisendisse antakse selle tundlikkusele vastav 400-hertsine pinge. Potentsiomeetri liugkontakt seatakse asendisse, mispuhul väljundsignaal kaob, ehk täpsemalt, kui muutub nulliks väljundpinge esimene harmooniline, millega kaasneb valjuhääldajast kostva heli tämbri tunduv muutumine.

Teise levinud faasipööramisastme skeem on joonisel 7.2, *b*. Reguleerimiseks antakse faasipööramislambi vasakpoolse trioodi võrele helisagedusgeneraatorist selline pinge (sagedusega 400 ... 1000 Hz), et lambi EL_2 tüürvõre ja šassii vahele ühendatud lampvoltmeeter näitaks 3 V. Siis ühendatakse voltmeeter ümber lambi EL_3 tüürvõrele ja reguleeritakse ka sellele 3 V. Seejärel kontrollitakse uuesti lambi EL_2 tüürvõre pinget ja kui see on muutunud, muudetakse vastavalt generaatori pinget, kuni voltmeeter näitab jälle 3 V. Nii toimitakse kuni lõpplampide tüürvõrepingete võrdsustumiseni.

Võrgumüra kõrvaldamine. Pikemat aega töötanud vastuvõtjas põhjustab vahelduvvoolu-võrgumüra enamasti anoodtoitepinge ülemäära suur lainelisus, tingituna silumisfiltri kondensaatorite mahtuvuse vähenemisest. Kuid kui filtri paispoolile järgneva elektrolüütkondensaatoriga uue, 40 ... 120-mikrofaradise kondensaatori rööbiti ühendamisel võrgumüra ei vähene, on häire põhjuseks tavaliselt kahjulikud sidestused madalsagedusvõimendi esimeses astmes.

Parasiitsidestustest põhjustatud võrgumüraga tuleb enamasti tegemist omaehitatud vastuvõtja esmakordsel reguleerimisel ja selle kõrvaldamiseks on vaja toimida järgmiselt. Kõigepealt ühendatakse šassiiga (näiteks kruvikeeraja abil) madalsagedusvõimendi esimese lambi tüürvõre. Kui kasutatakse üldisesse miinusjuhtmesse ühendatud takistilt võetavat püsivat eelpinget, tuleb tüürvõre ühendada šassiiga 0,5 ... 1,0-mikrofaradise kondensaatori abil. Kui šassii «maandamisel» võrgumüra kaob, põhjustab seda madalsagedusvõimendi sisendahelale mõjuv võrgusagedusega elektromagnetiline väli. Sel puhul tuleb tüürvõrest eemaldudes «maandada» sisendahela mitmesuguseid punkte, kuni jõutakse kohani, mille maandamine müra enam ei vähenda. Häireid põhjustav ahelaosa asub siis selle punkti ja eelmise punkti vahel. Seejärel tuleb püüda mürast vabaneda juhtmete lühendamisega, varjestamisega või võrgupinget kandvate juhtmete eemaldamisega.

Sageli põhjustab võrgumüra lampide kütteahel, eriti siis, kui see pole teostatud kahe kokkukeeratud juhtmega, vaid üheainsaga, kusjuures teise juhtme ülesannet täidab šassii. Selleks et kindlaks teha, kas müra on tingitud kütjuhtmetest, võib soovitada järgmist võtet. Lampide kütteahela mõlemad juhtmed joodetakse trafo küljest lahti

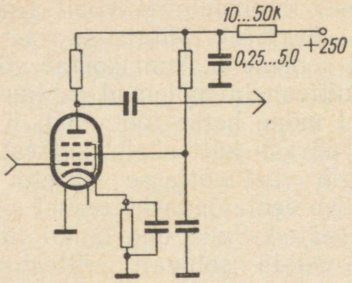
ja ühendatakse tagasi kergesti lahtivõetaval viisil (näiteks krokodillklemmide abil). Seejärel lülitatakse vastuvõtja sisse, lastakse lampidel soojeneda, kuni kostab võrgumüra ja eraldatakse siis kütteahela mõlemad juhtmed. Seejärel jätkab võimendi veel mõne hetke töötamist. Kui võrgumüra lakkab otsekohe pärast kütteahela katkestamist, on ilmne, et müra tungib vastuvõtjasse küttetoiteahela kaudu. Sellisel juhul tuleb eemaldada kütteahel signaali kandvatest detailidest (näiteks viia ühe lambi juurest teiseni šassii pealt) ja valida sobivalt kütteahela maanduspunkt. Võib osutuda vajalikuks muuta ka detektori ja helitugevusregulaatori maanduspunkte. Üldiselt on müra kõige väiksem, kui need ahelad ühendatakse samasse punkti esimese madalsagedusastme lambi katoodiga (või katoodtakistiga automaatse eelpingestamise korral). Samasse punkti tuleb ka ühendada helitugevusregulaatori juurde mineva varjestussuka ots. Muus osas tuleb varjestus šassiist isoleerida. Helitugevuse potentsiomeetri enda varje peab olema ühendatud šassiiga potentsiomeetri paigalduskohas.

Juhul kui madalsagedusvõimendi sisendi lühistamisel võrgumüra ei vähene, on ilmne, et see tekib võimendi sees. Müra tekitanud ahel leitakse ülalkirjeldatud viisil.

Võrgumüra võib põhjustada ka lamp, mille kütteniidi ja katoodi vaheline takistus on liiga väike, lekkevoolud lambipesades ja montaažplaatides, võrgutoitetrafo ja väljundtrafo vaheline parasiitsidestus. Viimasel juhul võib aidata ühe trafo pööramine 90° võrra. Kui võrgumüra ilmneb ainult kohalike saatjate vastuvõtul, saab seda nõrgendada, kui ühendada mõlemad trafosse sisenevad juhtmed šassiiga 0,01-mikrofaradiste vilkkondensaatoritega.

Endaergutuse kõrvaldamine. Madalsagedusvõimendis võib esineda kahesugust endaergutust (genereerimist). Esimesel juhul avaldub see kõrgetoonilise sisinana või vilena, teisel juhul aga klõpsatustena või põrinana (meenutab paadimootori müra). Esimest liiki endaergutuse põhjuseks võib olla parasiitsidestus võimendi väljundi ja sisendi vahel või ebaõigesti ühendatud negatiivse tagasisidestuse ahel, mispuhul negatiivne tagasisidestus (vastuside) muutub positiivseks.

Genereerimine võib tekkida ka põhimõtteliselt õige skeemiga vastuside korral, kui sellega hõlmatakse kolm või



Joon. 7.3. Lahtisidestusfiltri ühendamine madalsagedus-pingevõimendi anoodringi

rohkem astet või kui vastusidega hõlmatud lülituseosa sisaldab trafosid.

Endaergutuse põhjuse kindlakstegemiseks tuleb eelkõige katkestada vastusideahel. Kui nüüd genereerimine lakkab, tuleb proovida vahetada vastusidega hõlmatud ahelasse kuuluvate trafode primaar- või sekundaarmähiseid. Kui vastusideahel hõlmab mitu astet, õnnestub mõnikord genereerimist kõrvaldada 100 ... 200-pF kondensaatori ühendamisega vastusideahela ja šassii vahele. Kondensaatori mõlema otsa ühenduskohad valitakse katseliselt. Kui nimetatud abinõud ei aita, tuleb vähendada vastuside tugevust.

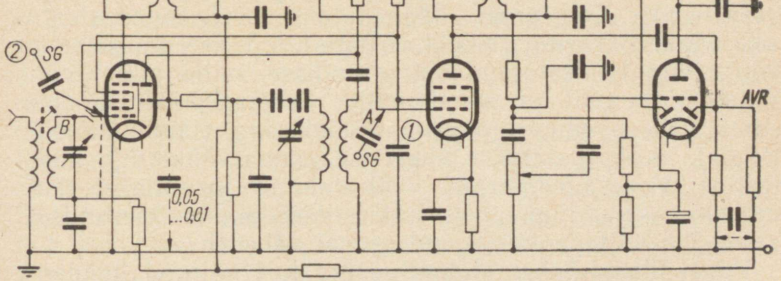
Juhul kui sisin või vile vastusideahela katkestamisel kestab endiselt edasi, on vaja kontrollida montaaži. Kõige ohtlikum on madalsagedusvõimendi esimese astme sisendjuhtmete ja lõpplambi anoodjuhtmete lähi- või eriti paralleelasetus. Kui neid juhtmeid pole võimalik teineteisest eemaldada, tuleb juhtmed varjestada. Lõpplambi anoodahela varjestamisel peab varje olema juhtmest hästi isoleeritud, sest genereerimise korral võivad tekkida mitmekilovoldised impulsspinged.

Teist liiki endaergutust (põrisemist) põhjustab enamasti anoodtoiteallika kaudu tekkiv tagasisidestus. Häire kõrvaldamiseks tuleb lampide anoodtoiteahelatesse ühendada lahtisidestusfiltrid, mis koosnevad 10 ... 50-kΩ takistitest ja 0,25 ... 5,0-μF kondensaatoritest (joon. 7.3). Samad filtrid vähendavad ühtlasi võrgumüra.

Vahesagedusvõimendi häälestamise eesmärgiks on kõigi vahesagedus-võnkeringide häälestamine ettenähtud sagedusele, et võimendi arendaks vajalikku võimendust antud sagedusriba laiuse juures.

Häälestamine signaalgeneraatori abil. Enne vahesagedusvõimendi häälestamisele asumist tuleb automaatne võimendusregulaator (AVR) välja lülitada. Selleks lühistatakse ta silumisfiltri kondensaator C_1 (joon. 7.4) või asendatakse AVR-i diood 4 ... 6-pF kondensaatoriga. Kui vahesagedusvõimendis on ribalaiuse regulaator, tuleb see seada kitsale ribale vastavasse asendisse. Ostsillaator tuleb välja lülitada, milleks ostsillaatori võre ühendatakse šassiiga 0,05 ... 1,0-μF kondensaatori abil. Sisendvõnkering tuleb tüürvõre küljest lahti ühendada. Kui sellele võrele antakse automaatne eelpinge võnkeringi kaudu, tuleb automaatse eelpinge ahela lahtisidestustakisti ühendada vahetult tüürvõrega või siis ühendada võre šassiiga eraldi 200 ... 500-kΩ takistiga. Kõik vajalikud ümberühendamised on näidatud joonisel 7.4. Helitugevusregulaator peab olema häälestamise ajal suurimal helitugevusel ja tämbriregulaatorid keskasendites.

Häälestamisel kasutatakse indikaatorina väljundimõõtjat, s. o. vahelduvvoolu-voltmeetrit, mis ühendatakse vastuvõtja väljundisse. Kui puudub mõnevoldise mõõtepiirkonnaga voltmeeter, võib mõnekümnevoldise mõõtepiirkon-



Joon. 7.4. Vahesagedusvõimendi häälestamine

naga voltmeetri ühendada rööbiti väljundtrafo primaarmähisega. Et seejuures alalisvool mõõteriista asjatult ei koormaks, ühendatakse voltmeetriga järjestikku 0,2 ... 1-μF kondensaator. Kui vastuvõtjat häälestada optilise häälestusindikaatori järgi, on häälestustäpsus väike.

Kui vahesagedus-võnkeringid on sidestatud alakriitiliselt, on üldine resonantsikõver üheharjaline ja võnkeringid häälestatakse väljundimõõtja maksimumi järgi. On aga sidestus ülekriitiline, kujuneb resonantsikõver kaheharjaliseks, kusjuures resonantsisagedusele vastab harjadevaheline nõgu. Sellist vahesagedustrafot väljundpinge maksimumi järgi häälestada ei saa. Niisugusel juhul tuleb ühe võnkeringi häälestamise ajaks ühendada teise võnkeringiga rööbiti 30 ... 50-kilo-oomine takisti, mis vastava võnkeringi resonantsikõverat lamendades muudab ka üldise resonantsikõvera üheharjaliseks. Kui võnkeringide sidestusaste pole teada, on soovitav igal juhul ühe võnkeringi häälestamise ajaks teine šunteerida.

Signaalgeneraator häälestatakse täpselt sagedusele 465 kHz. Modulatsioonisageduseks valitakse 400 ... 1000 Hz ja modulatsioonisügavuseks 30%. Signaali tugevus hoitakse selline, et vastuvõtja arendaks ligikaudu normaalset väljundvõimsust $P_{norm} = 0{,}1P_{n\ välj.}$ (vt. lk. 81).

Vahesagedussignaali vastuvõtjasse juhtimise koht sõltub sellest, kuivõrd suur on vahesagedusvõimendi ebahäälestus. Omaehitatud vastuvõtja esmakordsel häälestamisel (eriti kui vahesagedustrafod on omavalmistatud) tuleb signaalgeneraatori väljund 100 ... 1000-pikofaradise kondensaatori kaudu ühendada viimase vahesagedusastme tüürvõrega (punkt *A* joonisel 7.4). Signaalgeneraatori maandusklemm ühendatakse vastuvõtja maanduspuksiga (šassiiga). Kõigepealt häälestatakse vahesagedustrafo sekundaarvõnkering (detektoriringis), s. t. keeratakse selle võnkeringi häälestussüdamik asendisse, mille puhul väljundimõõtja näit on maksimaalne. Seejärel häälestatakse sama vahesagedustrafo primaarvõnkering (lambi anoodringis) ja täpsustatakse uuesti sekundaarvõnkeringi häälestust. Vahesagedustrafo häälestamine lõpetatakse, kui mõlema võnkeringi pooli häälestussüdamiku keeramisel sisse- või väljapoole väljundsignaal väheneb.

Edasi ühendatakse signaalgeneraatori väljund kondensaatori kaudu esimese vahesageduslambi tüürvõrele (kui on tegemist kaheastmelise vahesagedusvõimendiga) ja

häälestatakse selle anoodiga ühendatud vahesagedustrafo ülalkirjeldatud viisil. Lõpuks häälestatakse muunduslambi anoodiga ühendatud võnkering, mispuhul vahesagedussignaal rakendatakse muunduslambi tüürvõrele (punkt A). Signaalgeneraatori ühenduspunkti muutmata kontrollitakse ja täpsustatakse kõigi vahesagedusvõnkeringide häälestust, alustades viimase vahesagedustrafo sekundaarringist ja lõpetades esimese vahesagedustrafo primaarringiga.

Kui vahesagedusvõimendi ebahäälestus on väike, s. t. kui vastuvõtjas on kuuldavad tugevamad saatjad, ühendatakse signaalgeneraator kohe muunduslambi tüürvõrele (punkti *B*) ja häälestatakse vahesagedustrafod kirjeldatud viisil järjekorras tagant ettepoole. Võnkeringide häälestust täpsustatakse seni, kuni mistahes südamiku keeramisel ükskõik kummale poole väljundsignaal ei tugevne.

Pärast vahesagedusvõimendi häälestamist taastatakse muundusastme esialgne lülitus — eemaldatakse lühis ostsillaatoriringist ja ühendatakse külge sisendvõnkering.

Häälestamine signaalgeneraatori puudumisel. Häälestamiseks vajaliku vahesagedussignaali allikaks võib olla teise, korrasoleva vastuvõtja vahesagedusvõimendi või ka häälestatava vastuvõtja muundusaste.

Esimest võimalust tuleb paratamatult kasutada juhul, kui vahesagedus-võnkeringide ebahäälestus on suur ja eriti siis, kui ei olda kindel, kas muundusaste töötab. Häälestamise käik on sel juhul järgmine. Abivastuvõtja, mille vahesagedus on 465 kHz, reguleeritakse mõnele kesk- või pikklainel stabiilselt kuuldavale jaamale. Lähedal asuva võimsa jaama puhul on soovitav kasutada lühikest toaantenni, sest liiga tugeva signaali korral koormuks vahesagedusvõimendi üle, ja häälestustäpsus osutuks väikeseks. Seejärel võetakse abivastuvõtja vahesagedusvõimendi viimane lamp pesast välja ja lambipesa tüürvõre kontakt ühendatakse 100 ... 1000-pikofaradise kondensaatori abil häälestatava vastuvõtja vajaliku punktiga (punkt *A* joonisel 7.4). Vastuvõtjate šassiid ühendatakse kokku. Seda tohib aga teha ainult juhul, kui vähemalt ühel ühendatavatest vastuvõtjatest ei ole šassii võrgupinge all, s. t. kasutatakse trafoga anoodtoitelülitust. Kui mõlemate vastuvõtjate šassiid on võrgupinge all, tuleb nad ühendada 1-mikrofaradise kondensaatori vahendusel.

Väljundimõõtjat häälestusindikaatorina kasutada ei saa,

sest väljundpinge muutub helitugevuse taktis. Seepärast tuleb häälestada kõrva järgi, optilise häälestusindikaatori abil või siis anoodpingejuhtme ja vahesagedustrafo vahele (punkti *C* joonisel 7.4) ühendatud 10-milliamprise mõõtepiirkonnaga milliampermeetri näidu järgi (selline mõõtepiirkond on igal testril). Viimasel juhul ei jää häälestustäpsus oluliselt maha signaalgeneraatori ja väljundimõõtja rakendamisel saavutatavast täpsusest. Vahesagedus-lambi anoodringi ühendatud milliampermeeter toimib indikaatorina järgmisel põhimõttel. Mida täpsemalt on vahesagedusvõnkeringid vahesagedusele häälestatud, seda kõrgem on detektori sisendpinge ja koos sellega ka AVR-i pinge, mille mõjul vahesagedusvõimendi lambi anoodvool väheneb. Järelikult vastab täpsele häälestusele milliampermeetri minimaalne hälve. Vastupidiselt käitub vaid viimase vahesagedustrafo sekundaarring, mille häälestamisel milliampermeeter näitab resonantsi puhul voolu teatavat suurenemist. Kahjulike sidestuste vältimiseks tuleb mõõteriista vahesagedustrafo-poolne klemm «maandada» 0,1-mikrofaradise kondensaatoriga.

Nii nagu signaalgeneraatoriga häälestamisel on ka kirjeldataval juhul soovitav ostsillaator välja lülitada, sisendring eraldada, vahesagedusvõimendi ribalaiuse regulaator seada kitsaimale ribale ja tarbe korral rakendada võnkeringide šunteerimist. AVR tuleb välja lülitada ainult siis, kui häälestatakse helitugevuse või optilise häälestusindikaatori järgi.

Häälestamist alustatakse viimase vahesagedustrafo primaarvõnkeringist, mille pooli häälestussüdamik keeratakse suurimale helitugevusele (milliampermeetri minimaalsele näidule) vastavasse asendisse. Seejärel häälestatakse sekundaarvõnkering samuti suurima helitugevuse, kuid milliampermeetri maksimaalse näidu järgi ja täpsustatakse veelkordselt primaarvõnkeringi häälestust.

Järgnevalt häälestatakse esimene vahesagedusaste (kui see on olemas) ja siis vahesagedustrafo muunduslambi anoodringis, milleks abivastuvõtja signaal juhitakse muunduslambi võrele. Siin võib osutuda vajalikuks vähendada sidestuskondensaatori mahtuvust signaali nõrgendamiseks mõne pikofaradini. Lõpuks kontrollitakse ja täpsustatakse kõigi vahesagedus-võnkeringide häälestus ning taastatakse muundusastme esialgne lülitus.

Kui vastuvõtja muundusaste on korras ning on kuulda-

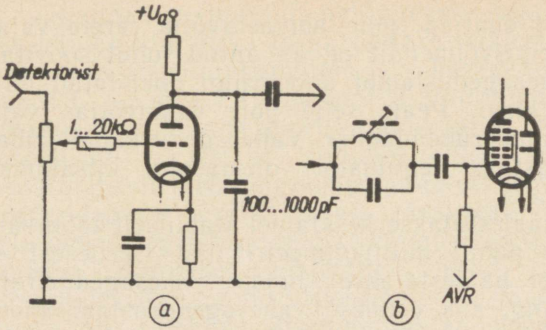
vad tugevamad saatjad, pole abivastuvõtja järele vajadust. Vahesagedusvõimendit on ka antud juhul soovitav häälestada vahesageduslambi anoodringi ühendatud milliampermeetri järgi. Peale selle pole vastuvõtjas vaja teha mingeid ümberühendamisi. Vahesageduskanali ribalaius tuleb vastava regulaatori olemasolul kitsaimaks seada.

Vastuvõtja häälestatakse kesklainel stabiilselt töötavale saatjale, mille puhul millivoltmeetri näit iseenesest ei muutu. Seejärel häälestatakse viimase vahesagedustrafo primaarvõnkering, siis esimese vahesagedusastme anoodiga ühendatud võnkeringid (kahe vahesagedusastme korral), edasi muunduslambi anoodiga ühendatud võnkeringid ja lõpuks viimase vahesagedustrafo sekundaarring. Täpsema häälestuse saamiseks on soovitav vahesagedusvõnkeringe nimetatud järjekorras mitu korda reguleerida.

Tuleb siiski märkida, et vastuvõtja vahesagedusvõimendi häälestamisel sama vastuvõtja muundusastmes kujuneva vahesagedussignaali järgi ei õnnestu harilikult reguleerida vahesagedusvõnkeringe standardsele vahesagedusele 465 kHz, vaid nad häälestatakse vahesagedus-võnkeringide keskmisele, juhuslikule resonantsisagedusele. Sel puhul võib tekkida raskusi kokkujooksu saavutamisega sisend- ja ostsillaatorivõnkeringide vahel, samuti võib tekkida vahesagedusvõimendi endaergutus kesklaine madalamatel või pikklaine kõrgematel sagedustel, kui vahesagedus juhtub sattuma nende laineastmike piiridesse.

Ometi tekib mõnikord vajadus vahesageduse ettekavatsetud häälestamiseks 465 kilohertsist veidi erinevale sagedusele. Nimelt kui vastuvõtukoha lähedal töötab vahesagedusele häälestatud võimas telegraafisaatja, ei õnnestu seda signaali antennifiltriga tõkestada ja see kostab läbi kõigil lainetel. Siis tulebki vahesagedust mõne kilohertsi võrra muuta.

Endaergutuse kõrvaldamine. Vahesagedusvõimendi häälestamisel võib ilmneda, et võimendi genereerib (esineb endaergutus) või siis tekib genereerimine võnkeringide resonantsi häälestamisel. Endaergutus esineb sagedamini omaehitatud vastuvõtjates ja väljendub viledena, mille kõrgus muutub vastuvõtja häälestusnupu pööramisel, või tugeva kahinana. Endaergutust saab kindlaks teha ka ülalkirjeldatud viisil vahesagedusastme anoodringi ühendatud milliampermeetri abil. Kui võimendi genereeb-



Joon. 7.5. Vahesagedusvõimendi endaergutuse kõrvaldamine

rib, siis vahesageduslambi tüürvõreringis oleva võnkeringi lühistamisel mõõteriista näit muutub.

Endaergutuse saab enamasti kõrvaldada montaaži korrastamisega (seda muidugi eeldusel, et vahesagedusvõimendi on õigesti konstrueeritud). Tüürvõreringi ja anoodringi juhtmed ning elemendid tuleb igas astmes teineteisest võimalikult eemaldada või eraldada vaskplekist varjetega. Vahesagedussignaali kandvad üksikosad on vaja ühendada võimalikult lühikeste sirgete juhtmetega. Iga astme maandatavad elemendid tuleb ühendada šassiiga ühes punktis. Vahesagedustrafode varjed tuleb kindlalt maandada. Mõnikord aitab ka vahesagedustrafode poolide otste vahetamine, samuti vahesageduslambi asendamine või selle varivõrepinge madaldamine.

Kui ainult montaaži korrastamisega ei õnnestu endaergutust kõrvaldada, tuleb ühendada muundus- ja vahesageduslampide anoodringidesse lahtisidestusfiltrid, mis koosnevad 1 . . . 5-kilo-oomistest takistitest ja 0,05 . . . 0,1-mikrofaradistest kondensaatoritest. Kui see ei aita, võib vahesageduslambi katoodahelasse ühendada 20 . . . 70-oomise takisti, jättes selle kondensaatoriga šunteerimata. Seejuures tekkiv negatiivne tagasisidestus stabiliseerib astme talitlusrežiimi. Mõnel juhul tekib endaergutus vaid siis, kui helitugevuse potentsiomeeter on peaaegu lõpuni lahti keeratud. See näitab, et madalsagedusvõimendisse tungib vahesagedussignaal, mis toiteringide kaudu vahesagedusvõimendi sisendisse tagasi jõudes põhjustabki ge-

nereerimist. Häire kõrvaldamiseks tuleb ühendada madalsagedusvõimendi sisendisse filtertakisti (1 ... 20 kΩ) ja šunteerida esimese madalsagedusastme lambi anood 100 ... 1000-pikofaradise kondensaatoriga (joon. 7.5, *a*).

Kui endaergutus tekib vaid vahesagedusele lähedastel sagedustel (näiteks kesklaine madalaimatel sagedustel) ja vahesagedus on seejuures lähedane standardsele, tähendab see, et muunduslambi elektroodidevaheliste mahtuvuste või montaaži kaudu esineb positiivne tagasisidestus vahesagedusele lähedastel sagedustel. Sel juhul tuleb sisendringide elemendid vahesagedus-võnkeringidest võimalikult eemale viia ja ühendada muunduslambi võreringi vahesagedusele häälestatud rööpvõnkering (joon. 7.5, *b*).

7.4. AM-VASTUVÕTJA SAGEDUSMUUNDI JA KÕRGSAGEDUSVÕIMENDI

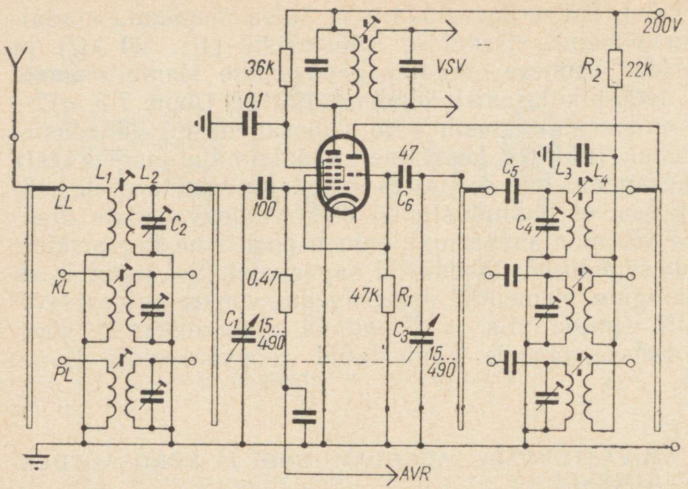
Omavalmistatud vastuvõtja häälestamine signaalgeneraatoriga. Omavalmistatud uue vastuvõtja sagedusmuundi ja kõrgsagedusvõimendi reguleerimine ja häälestamine seisneb järgmises.

1) ostsillatori korrasoleku kontrollimine;
2) sisendringide (signaalisageduslike võnkeringide) häälestamine;
3) ostsillaatorringide häälestamine;
4) skaala gradueerimine.

Kõigepealt kontrollitakse ostsilleerimist lk. 171 ... 173 kirjeldatud viisil.

Kui vastuvõtja segustile järgnevad astmed on korras, saab ostsilleerimise olemasolu kindlaks teha lihtsalt ka sel teel, et puudutatakse metallkruvikeerajaga pöördkondensaatori ostsillaatorisektsiooni staatorit. Kui seejuures valjuhääldajast kostab klõpsatus, on ostsillaator korras.

Ostsilleerimise puudumist võib põhjustada montaažis esinevad vead, vigased detailid või mähiste ebaõige ühendus. Kui poolid L_3 ja L_4 (joon. 7.6) on mähitud ühesuunaliselt, siis tuleb ostsillaatori võre ja anoodiga ühendada erinevad otsad (kui näiteks võrega ühendati mähise L_3 lõpp, siis anoodiga peab olema ühendatud mähise L_4 algus). Kui otste vahetamine ei aita, tuleb veidi tõsta anoodpinget, s. t. vähendada takisti R_2 takistust, või tugevdada tagasisidestust, milleks lähendatakse teineteisele



Joon. 7.6. Sagedusmuundi lambiga 6И1П

poole L_3 ja L_4 või suurendatakse pooli L_4 keerdude arvu. Seejuures tuleb aga arvestada, et liiga tugeva sidestuse korral suureneb harmooniliste võnkumiste arv, mis põhjustab täiendavaid vilesid.

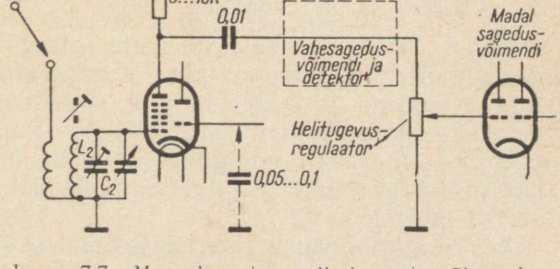
Ostsilleerimist tuleb kontrollida kõigi laineastmike igas punktis. Pöördkondensaatori rootori pööramisel võib anoodringi ühendatud milliampermeetri näit muutuda vaid väheses ulatuses ning ei tohi kuskil järsult suureneda. Kui laineastmiku kõrgemasageduslikus osas esineb katkeline ostsilleerimine, on vaja vähendada takisti R_1 takistust või kondensaatori C_6 mahtuvust.

Ostsillaatori korrastamise järel asutakse täpsustama laineastmike piire ja reguleerima sisend- ning ostsillaatorivõnkeringide kokkujooksu. Kokkujooks tuleb saavutada laineastmiku kolmes punktis, kusjuures reguleeritavateks elementideks on lühenduskondensaator, ostsillaatoripool ja sama võnkeringi trimmerkondensaator. Lühenduskondensaatori mahtuvus määratakse küll arvutuse teel (või võetakse tüüpskeemilt), kuid kuna selle suurus sõltub vahesageduse tegelikust väärtusest, poolide omamahtuvusest, lambi sisendmahtuvusest, montaažimahtuvusest, pöördkondensaatori andmetest ja laineastmike tegelikest

piiridest, vajab lühenduskondensaatori mahtuvus omaehitatud vastuvõtjas kindlasti täpsustamist.

Enne kokkujooksu reguleerimist kolmes punktis tuleb täpselt häälestada sisendvõnkeringid (kõrgsagedusastme olemasolul ka selle astme võnkeringid). Eelnevalt viiakse muundusaste otsevõimendusrežiimi, milleks muunduslambi anoodringi ühendatud vahesagedus-võnkering asendatakse 5 ... 10-kilo-oomise takistiga (võimsus vähemalt 1 W) ja anood ühendatakse 0,01-mikrofaradise kondensaatori kaudu madalsagedusvõimendi sisendis asuva helitugevusregulaatoriga; viimane joodetakse dioodiringist lahti. Ostsillaatori võre ühendatakse šassiiga 0,05 ... 0,1-mikrofaradise kondensaatori kaudu (joon. 7.7). Sellises režiimis toimib segusti hariliku anooddetektorina.

Signaalgeneraator ühendatakse vastuvõtja sisendiga aseantenni kaudu (vt. joon. 3.16), pidades seejuures silmas eelmises paragrahvis toodud juhiseid. Helitugevusregulaator keeratakse maksimaalsele võimendusele vastavasse asendisse ja 400 ... 1000-hertsise sagedusega 30% sügavuselt moduleeritud kõrgsagedussignaal hoitakse sellisel tasemel, et valjuhääldajaga ühendatud väljundimõõtja näiteks enam-vähem normaalsele väljundvõimsusele vastavat pinget. Signaali tugevnemisel vähendatakse sisendpinget vajalikul määral. Signaalgeneraator häälestatakse laineastmiku madalaimale häälestussagedusele f'_{min} ja pöördkondensaatori mahtuvus keeratakse maksi-



Joon. 7.7. Muundusastme viimine otsevõimendusrežiimi

maalseks (liikuvad plaadid täiesti liikumatute vahele). Sisendvõnkeringi pooli L_2 südamik keeratakse asendisse, mille puhul väljundpinge on maksimaalne. Seejärel häälestatakse signaalgeneraator laineastmiku kõrgeimale häälestussagedusele f'_{max} ja pöördkondensaatori mahtuvus keeratakse minimaalseks. Nüüd häälestatakse sisendvõnkering signaalgeneraatori sagedusele trimmerkondensaatoriga C_2. Sisendvõnkeringi häälestamist sagedustele f'_{min} ja f'_{max} korratakse seni, kuni saavutatakse sisendvõnkeringi täpne resonants mõlema sagedusega.

Olgu märgitud, et häälestussagedus f'_{max} valitakse laineastmiku tegelikust piirsagedusest f'_{min} 1 ... 2% kõrgem, sagedus f'_{min} aga vastavalt sagedusest f_{min} 1 ... 2% madalam. Seega valitakse häälestussagedusteks pikklainel näiteks 420 ning 148 kHz ja kesklainel 1620 ning 515 kHz.

Järgnevalt häälestatakse teiste laineastmike sisendringid. Kui sisendringi poolid on ühendatud järjestikku (nii et kesklainel on sisse lülitatud kesklaine- ja lühilainepool ja pikklainel kõik poolid), tuleb kõigepealt häälestada lühilaine, seejärel kesklaine ja lõpuks pikklaine.

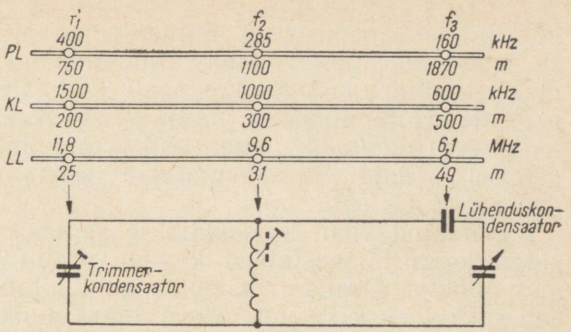
Kõrgsagedusvõimendiga vastuvõtjas häälestatakse algul segustuslambi tüürvõrega ühendatud võnkering, milleks signaalgeneraator ühendatakse 100 ... 1000-pikofaradise kondensaatori kaudu otse kõrgsagedusvõimendi lambi tüürvõrega, ja seejärel sisendvõnkering, kusjuures häälestussignaal juhitakse aseantenni kaudu antennipuksi.

Pärast laineastmiku piiride väljareguleerimist on vaja märkida skaalale täppiskokkujooksusagedused f_1, f_2 ja f_3 mis arvutatakse valemitega:

$$f_1 = 0{,}933f'_{max} + 0{,}067f'_{min};$$
$$f_2 = 0{,}5(f'_{max} + f'_{min});$$
$$f_3 = 0{,}067f'_{max} + 0{,}933f'_{min}.$$

Selleks jäetakse muundusaste otsevõimendusrežiimi, signaalgeneraator ühendatakse aseantenni kaudu vastuvõtja sisendiga ja häälestatakse sagedusele f_1. Seejärel keeratakse pöördkondensaator häälestusnupu abil asendisse, mille puhul väljundsignaal on maksimaalne ja tähistatakse vastav punkt skaalal. Samal viisil kantakse skaalale ka punktid f_2 ja f_3.

Ostsillaatorivõnkeringide häälestamiseks taastatakse segustusastme normaalne lülitus (ostsillaatorit lühistav kondensaator kõrvaldatakse, anoodiga ühendatakse tagasi



Joon. 7.8. Vastuvõtja häälestuspunktid ja ostsillaatorvõnkeringi reguleerimisobjektid kolme kokkujooksupunkti meetodi korral

vahesagedustrafo, dioodi koormus ühendatakse potentsiomeetriga). Signaalgeneraator, mis jääb endiselt ühendatuks aseantenni kaudu vastuvõtja sisendisse, häälestatakse kõigepealt sagedusele f_2 (joon. 7.8). Täpselt samale sagedusele reguleeritakse häälestusnupu abil ka sisendvõnkering. Nüüd keeratakse häälestatava laineastmiku ostsillaatorvõnkeringi pooli südamik sellisesse asendisse, mille puhul väljundsignaal on suurim. Seega on saavutatud selles punktis täpne kokkujooks, s. t. ostsillaatorvõnkeringi sagedus on sisendringi sagedusest täpselt vahesageduse võrra kõrgem. Järgnevalt häälestatakse signaalgeneraator ja vastuvõtja sagedusele f_3. Selles punktis taotletakse kokkujooksu lühenduskondensaatori (joonisel 7.6 C_5) mahtuvuse sobiva valikuga. Selleks ühendatakse lülitusse arvutuslikule mahtuvusele lähedaste väärtustega kondensaatoreid, kuni leitakse täpsele kokkujooksule vastav mahtuvus. Lõpuks reguleeritakse välja kokkujooks sagedusel f_1 trimmerkondensaatori C_4 abil. Seejärel täpsustatakse kokkujooks ülalkirjeldatud järjekorras seni, kuni vastavate mahtuvuste ja induktiivsuse muutmine väljundsignaali enam ei suurenda. Induktiivsuse muutmise suuna kindlakstegemiseks on otstarbekas kasutada häälestuspulka (vt. lk. 258).

Viimaseks operatsiooniks on sisendvõnkeringide häälestuse kontrollimine ja täpsustamine. Selleks häälestatakse vastuvõtja häälestusnupu abil laineastmiku madalaimale

kokkujooksusagedusele f_3. Signaalgeneraator reguleeritakse sagedusele, mille puhul väljundimõõtja näitab maksimaalset pinget ja püütakse pooli L_2 häälestussüdamikku pöörates väljundimõõtja näitu veelgi suurendada. Analoogiliselt toimitakse laineastmiku kõrgeimal häälestussagedusel f_1, kuid siin saavutatakse resonants trimmerkondensaatori C_2 abil.

Kirjeldatud viisil häälestatakse sagedusmuundi võnkeringid kõigil laineastmikel, kus on vajalik kokkujooks kolmes punktis. Osalise ribalaotusega lühilaineastmikes piisab kokkujooksu saavutamisest kahes punktis, s. o. sagedustel f_1 ja f_2. Kokkujooksusagedused arvutatakse valemitega

$$f_1 = f'_{max} - \frac{1}{6}(f'_{max} - f'_{min}).$$

$$f_2 = f'_{min} + \frac{1}{6}(f'_{max} - f'_{min}).$$

Näiteks osalise ribalaotusega laineastmikus 5,8 ... 7,6 MHz (39,5 ... 52 m) kujunevad kokkujooksusagedusteks

$$f_1 = 7{,}6 - \frac{1}{6}(7{,}6 - 5{,}8) = 7{,}3 \text{ MHz}$$

ja

$$f_2 = 5{,}8 + \frac{1}{6}(7{,}6 - 5{,}8) = 6{,}1 \text{ MHz},$$

mis langevad vastavalt 41- ja 49-meetristesse ringhäälinguribadesse. Seega on mõlema riba ulatuses kokkujooks küllalt täpne. Pealegi on sisendvõnkeringide ribalaius lühilaineil tunduvalt laiem kui kesk- ja pikklaineil.

Häälestamisel kahe kokkujooksupunkti meetodil reguleeritakse sagedusel f_2 poolide südamikke ja sagedusel f_1 trimmerkondensaatorid. Lühenduskondensaator võib hoopis puududa. Häälestamise käik on järgmine. Kõigepealt on vaja kohale seada laineastmiku piirid f'_{min} ja f'_{max}. Selleks keeratakse pöördkondensaatori mahtuvus maksimaalseks, vastuvõtja sisendisse juhitakse aseantenni kaudu häälestussignaal sagedusega f'_{min} ja reguleeritakse ostsillaatoripooli südamikuga väljundsignaal maksimaalseks. Seejärel keeratakse pöördkondensaatori mahtuvus

minimaalseks ja häälestatakse ostsillaatoriring sagedusele f'_{max} ostsillaatoriringi trimmerkondensaatoriga. Nüüd juhitakse vastuvõtja sisendisse signaal madalaimal kokkujooksusagedusel f_2 ja pöördkondensaatori nuppu pöörates reguleeritakse vastuvõtja maksimaalse väljundsignaali järgi sellele sagedusele. Järgnevalt häälestatakse sellele sagedusele sisendring (või sisendringid, kui on kasutusel ribafilter), milleks keeratakse selle võnkeringi pooli südamik suurimale väljundpingele vastavasse asendisse. Samal viisil häälestatakse sisendring sagedusele f_1, kuid nüüd juba selle võnkeringi trimmeriga. Kirjeldatud reguleerimisoperatsiooni korratakse kuni täpse kokkujooksu saavutamiseni mõlemas punktis. Tuleb arvesse võtta, et lühilaineil muutub ostsillaatorvõnkeringi sageduse reguleerimisel mõningal määral ka sisendvõnkeringi omasagedus ja vastupidi.

Täieliku ribalaotusega laineastmikes (mis haaravad ainult ühe lühilaineriba) reguleeritakse välja kokkujooks sageli ainult ühes punktis kas poolide südamikega või siis trimmerkondensaatoritega. Signaalgeneraator häälestatakse laineastmiku kesksagedusele ja ühendatakse aseantenni kaudu vastuvõtja sisendiga. Skaalaosuti seatakse skaala keskele ja reguleeritakse ostsillaatorvõnkeringi pooli südamiku või trimmerkondensaatoriga väljundsignaal maksimaalseks. Et kindlaks teha, kummas suunas tuleb võnkeringi resonantsisagedust muuta, võib häälestusnuppu pöörates reguleerida vastuvõtja signaali vastuvõtule. Kui osuti asub nüüd näiteks keskasendist kõrgemate sageduste poolel, siis on ostsillaatorivõnkeringi omasagedus liiga madal ja on vaja vähendada trimmerkondensaatori mahtuvust või keerata pooli südamiku väljapoole. Lõpuks häälestatakse kesksagedusele sisendvõnkering.

Lühilaineastmike reguleerimisel esineb oht häälestada vastuvõtja peegelsagedusele, mispuhul ostsillaatorisagedus jääb signaalisagedusest vahesageduse võrra madalamaks. Et kindlaks teha, kas vastuvõtja on häälestatud põhisagedusele, tuleb vähendada signaalgeneraatori sagedust kahekordse vahesageduse võrra. Kui nüüd vastuvõtjas puudub signaal ka generaatori maksimaalse väljundpinge puhul, on häälestus õige. Kasulik on ka meeles pidada, et kahest signaalist, mis on kuuldavad vastuvõtja häälestusnupu pööramisel ja mis erinevad teineteisest kahekordse vahe-

sageduse võrra, tuleb vastuvõtja häälestada kõrgemasageduslikule signaalile.

Tööstusliku vastuvõtja häälestamine signaalgeneraatoriga. Tööstuslike vastuvõtjate häälestust täpsustatakse kahes punktis. Kokkujooksupunktid on harilikult märgitud vastuvõtja skaalale (üks laineastmiku alguses, teine lõpus), kuid neid saab ka arvutada lk. 250 toodud valemitega. Seejuures eeldatakse, et lühenduskondensaatori mahtuvus on õige ja laineastmiku keskel kujuneb kolmas kokkujooksupunkt n.-ö. iseenesest. Häälestamine toimub järgmiselt.

Vastuvõtja segusti tüürvõrele juhitakse 100 ... 1000-pikofaradise kondensaatori kaudu moduleeritud signaal, mille sagedus vastab madalama sagedusega kokkujooksupunktile. Vastuvõtja skaalaosuti keeratakse samale sagedusele ja ostsillaatoriringi pooli südamik reguleeritakse asendisse, milles vastuvõtja väljundisse ühendatud vahelduvoolu-voltmeeter (väljundimõõtja) näitab maksimaalset pinget. Seejärel juhitakse häälestussignaal vastuvõtja sisendisse (antennipuksi) ja häälestatakse sisendvõnkering pooli südamiku abil resonantsi signaalgeneraatori sagedusega (samuti väljundimõõtja suurima näidu järgi). Väljundsignaali tugevnemisel vähendatakse generaatori pinget selliselt, et vastuvõtja arendaks normaalsele lähedast väljundvõimsust. Järgnevalt häälestatakse laineastmiku kõrgemasageduslik osa. Selleks seatakse skaalaosuti vastavale kokkujooksupunktile ja reguleeritakse välja väljundimõõtja maksimaalse näidu järgi trimmerkondensaatoritega algul ostsillaatoriring ja seejärel sisendring, kusjuures signaalgeneraatori ühenduspunktid on samad mis eelmisel juhul.

Võnkeringide häälestust mõlemas kokkujooksupunktis täpsustatakse kordamööda mitu korda, kuid signaalgeneraator jäetakse nüüd nii sisend- kui ka ostsillaatorivõnkeringide häälestamisel pidevalt ühendatuks vastuvõtja sisendisse. Häälestamine lõpetatakse, kui mõlemas häälestuspunktis võnkeringide omasageduse suurendamine (näiteks vaskvarda lühendamise teel) või vähendamine (ferriitvarda lähendamise teel) põhjustab väljundimõõtja osuti hälbe vähenemist. Viimasena reguleeritakse trimmerkondensaatorid (laineastmiku kõrgemasageduslikus osas).

Juhul kui segustile eelneb kõrgsagedusvõimendi, häälestakse pärast ostsillaatoriringi kõrgsagedusvõimendi

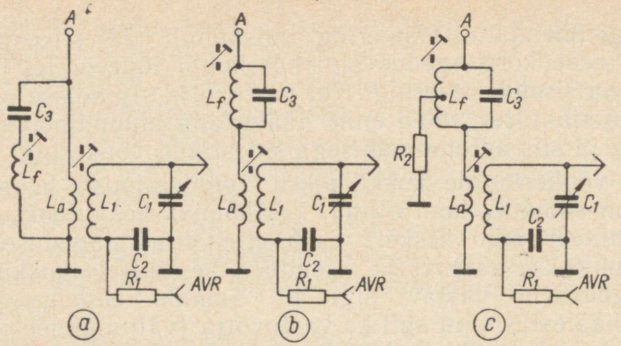
anoodringi ühendatud võnkering, mispuhul häälestussignaal juhitakse kõrgsagedusvõimendi lambi tüürvõrele, ja pärast seda sisendvõnkering. Kui vastuvõtja sisendisse on ühendatud ribafilter, tuleb enne häälestada muundipoolne võnkering ja siis antennimähisega sidestatud võnkering.

Pärast võnkeringide kokkujooksu reguleerimist kahes punktis on soovitav kontrollida, kas kolmas kokkujooksupunkt (laineastmiku keskel) asub ettenähtud sagedusel. Selleks juhitakse vastuvõtja sisendisse keskmisele kokkujooksusagedusele vastav signaal. Samale sagedusele seatakse häälestusnupu abil ka vastuvõtja (väljundimõõtja maksimaalse näidu järgi). Nüüd on vaja kindlaks teha, kas sisendvõnkeringi omasagedus on võrdne ostsillaatorvõnkeringi omasageduse f_{os} ja vahesageduse f_{vs} vahega. Selleks lähendatakse sisendvõnkeringile kordamööda ferriit- varras ja vaskvarras. Kui mõlemal juhul väljundsignaali tugevus väheneb, esineb sellel sagedusel täpne kokkujooks. Kui aga näiteks ferriitvarda lähendamisel väljundimõõtja näit suureneb, siis on kokkujooksupunkt nihkunud laineastmiku kõrgemasagedusliku otsa poole. Väljundpinge suurenemine vaskvarda lähendamisel viitab sellele, et täpse kokkujooksu punkt paikneb sagedusest f_2 madalamal sagedusel.

Kui sisendvõnkeringi kõrvalehäälestus täpsele kokkujooksule vastavast sagedusest on laineastmiku keskel (sagedusel f_2) küllalt suur (ferriit- või vaskpulga lähendamisel suureneb signaal tunduvalt) tuleb täpsustada lühenduskondensaatori mahtuvust. Juhul kui kokkujooksupunkt on nihkunud kõrgemate sageduste suunas, tuleb lühenduskondensaatori mahtuvust veidi suurendada, vastupidisel juhul aga vähendada. Loomulikult tuleb pärast selle kondensaatori mahtuvuse muutmist ostsillaator- ja sisendvõnkeringid üle häälestada.

Antennifiltri häälestamine signaalgeneraatoriga. Mitmesuguste antennifiltrite skeemid on joonisel 7.9. Lihtsate jada- või rööpvõnkeringide filtrid häälestatakse järgmiselt. Signaalgeneraator häälestatakse vahesagedusele ja ühendatakse aseantenni kaudu vastuvõtja antennipuksiga. Antennifiltri pooli südamikku pöörates leitakse sellele niisugune asend, mille puhul väljundimõõtja näitab minimaalset pinget.

Efektiivsemalt toimib joonisel 7.9, *c* kujutatud skeemiga filter. See häälestatakse algul ilma takistita samuti kui



Joon. 7.9. Antennifiltrite skeemid:
a — jadavõnkeringiga filter; *b* ja *c* — rööpvõnkeringiga filtrid

eelmised filtrid. Siis ühendatakse takisti kohale umbes 50-kilo-oomine reguleeritav takisti (potentsiomeeter) ja keeratakse selle liugkontakt asendisse, milles väljundsignaal kaob. Siis mõõdetakse ära reguleeritava takisti takistus ja joodetakse kohale vastav püsitakisti. Lõpuks täpsustatakse veel kord filtri häälestust pooli südamiku abil.

Vastuvõtja häälestamine signaalgeneraatori puudumisel. Vastuvõtjat on võimalik täpselt häälestada ka ilma signaalgeneraatorita, kuid see nõuab hoopis rohkem aega, kogemusi ja leidlikkust. Külla'dase häälestustäpsuse saavutamiseks tuleb aga kindlasti kasutada häälestusindikaatorit, milleks on kõige sobivam milliampermeeter vahesageduslambi anoodringis (vt. lk. 242).

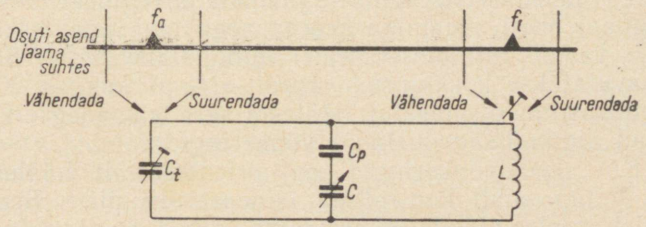
Võrdlemisi lihtne on häälestada tööstuslikku vastuvõtjat, sest selle skaalal on peale jaamade harilikult näidatud ka häälestuspunktid. Sellisel juhul toimub vastuvõtja häälestamine järgmises korras. Kõigepealt kontrollitakse skaalaosuti asendit. Mõne vastuvõtja tüübi skaalal on märk, mis vastab skaala ühele piirasendile. Selle märgi puudumisel tuleb osuti seada sellisesse asendisse, et osuti kaugused skaala otsast pöördkondensaatori suurima ja vähima mahtuvuse korral oleksid võrdsed, s. t. et osuti liikumisulatus oleks skaala suhtes sümmeetriline.

Vastuvõtjaga ühendatakse välisantenn, sest toaantenniga võib AVR-i reguleerimisulatus ja seega ka häälestusindikaatori osuti hälve jääda liiga väikeseks. Signaaliallikaks tuleb valida võimalikult kohalikud ja lähedal asuvad saatjad.

Sisend- ja ostsillaatoriringi kokkujooks reguleeritakse välja laineastmiku kahes äärmises häälestuspunktis; laineastmiku keskel kujuneb siis kolmas kokkujooksupunkt iseenesest. Algul häälestatakse vastuvõtja laineastmiku pikemalainelises otsas paiknevale stabiilsele jaamale, mille sagedus on teada ja lähedane häälestuspunkti sagedusele. Selliseks jaamaks võib olla kesklainel näiteks Helsingi (557 kHz, 539 m) ja pikklainel Moskva (173 kHz, 1734 m). Nüüd kontrollitakse, kas jaam asub skaalal õigel sagedusel (joonisel 7.10 f_l). Ühe- või teisesuunalise nihke korral reguleeritakse vastava laineastmiku ostsillaatori pooli induktiivsust joonisel näidatud suunas. Kui kõrvalehäälestus oli nii suur, et jaama nihutamisel muutub ta väga nõrgaks, tuleb vahepeal järele häälestada ka sisendvõnkeringi selle pooli induktiivsuse muutmise teel. Lühilainel reguleeritakse madalamasageduslik allastmik skaalal märgitud piiridesse.

Kui jaam on skaalal õiges kohas, häälestatakse sisendvõnkering resonantsi saatja sagedusega, milleks keeratakse selle võnkeringi pooli südamik asendisse, mille puhul häälestusindikaatorina toimiva milliampermeetri näit on kõige väiksem. Ferriitantenniga sisendi korral muudetakse vastavalt pooli asendit ferriitpulgal.

Järgnevalt häälestatakse vastuvõtja laineastmiku kõrgemasagedusliku osa häälestuspunkti lähedal paiknevale püsiva signaalitugevusega jaamale (sagedus f_a). Selliseks jaamaks võib olla kesklainel näiteks Üleliidulise Raadio I programmi edasiandev Tallinna saatja (1515 kHz, 198 m) ja pikklainel Lahti (254 kHz, 1180 m); viimane paikneb küll juba peaaegu laineastmiku keskel, kuid kõr-



Joon. 7.10. Jaamade nihutamine skaalal ostsillaatorvõnkeringi elementidega

gemasageduslikus osas on meil hästi kuuldavaid jaamu vähe. Siin nihutatakse jaamad kohale (vt. joon. 7.10) ostsillaatorvõnkeringi trimmerkondensaatoriga ja saavutatakse siis kokkujooks sisendvõnkeringi trimmerkondensaatori abil. Seejärel täpsustatakse häälestust astmiku madalamasageduslikus osas. Häälestamine lõpetatakse sisendvõnkeringi trimmeri reguleerimisega.

Keerukam on omaehitatud vastuvõtja muundusastme häälestamine. Eelnevalt peab vahesagedusvõimendi olema häälestatud (näiteks abivastuvõtja abil — vt. lk. 241) ja veendutud ostsillaatori korrasolekus (vt. lk. 171 ... 173).

Alustatakse laineastmiku piiride kohaleseadmisest. Selleks ühendatakse antenn muunduslambi tüürvõrele, et vältida häälestamata sisendvõnkeringide mõju, ja püütakse vastu võtta mõnda jaama laineastmiku madalamasageduslikus otsas. Seejärel leitakse sama jaam mõne tööstusliku vastuvõtja skaalal. Selle järgi saab otsustada, kummas suunas tuleb häälestatava vastuvõtja skaalal jaamu ostsillaatoripooli induktiivsuse muutmise teel nihutada. Samal viisil toimitakse laineastmiku kõrgemasageduslikus otsas, kus reguleerimisobjektiks on ostsillaatorvõnkeringi trimmerkondensaator. Tööstusliku vastuvõtja puudumisel saab laineastmiku piire orienteerivalt määrata ka lk. 255 nimetatud sagedusega saatjate järgi ja teiste kohalike saatjate sageduste järgi.

Järgneb sisendvõnkeringide häälestamine. Antenn ühendatakse antennipuksi. Indikaatorina on siin samuti soovitav kasutada vahesageduslambi anoodringi ühendatud milliampermeetrit. Kokkujooks reguleeritakse välja kahes punktis: laineastmiku alguses (kõrgemasageduslikus osas) sagedusele f_1 (vt. lk. 248) ja lõpus sagedusele f_3 lähedastele sagedustele. Algul häälestatakse vastuvõtja sagedusele f_3 lähedasele stabiilsele jaamale ja reguleeritakse selle signaal pooli südamiku keeramisega maksimaalseks (sellele vastab milliampermeetri minimaalne näit). Seejärel saavutatakse kokkujooks sageduse f_1 piirkonnas. Kõrgsagedusastme olemasolul häälestatakse samaaegselt mõlemad signaalisageduslikud võnkeringid.

Kui sisendvõnkeringid on orienteerivalt häälestatud, saab täpsemalt kontrollida laineastmike piire. Seejuures tuleb meeles pidada, et kesklainejaamad on paremini kuuldavad õhtul ja öösel, lühilaine kõrgemasageduslike allastmike jaamad aga päeval. Iga laineastmiku algusse ja

lõppu peab jääma skaala pikkusest 1 ... 2% ringhäälingujaamadest vaba ala. Samaaegselt täpsustatakse ka sisendvõnkeringide häälestust.

Olgu märgitud, et omaehitatud vastuvõtja häälestamisel saavutatakse kokkujooks kolmes punktis vaid tingimusel, et kasutatakse mõne tööstusliku vastuvõtja poole, sama vastuvõtja pöördkondensaatorit ja vastava mahtuvusega lühenduskondensaatoreid ning et vahesagedus on lähedane standardsele.

Häälestamisele järgneb skaala gradueerimine, mida on kõige hõlpsam teha tööstusliku vastuvõtja järgi.

Antennifiltrit saab signaalgeneraatorita täpselt häälestada ajal, mil töötab vahesagedusele lähedase sagedusega saatja. See avaldub telegraafisignaalina, mis kaasneb iga jaama saategа kõigis laineastmikes. Antennifiltri pooli südamik keeratakse häiresignaali minimaalsele tasemele vastavasse asendisse.

Lisajuhiseid. 1. Enne kui asutakse tööstusliku vastuvõtja mistahes võnkeringide häälestuse kontrollimisele ja täpsustamisele, on algajal raadiokorrastajal soovitav pliiatsi või värviga ära tähistada trimmerkondensaatorite ja pooli südamike asendid. Viimaste puhul võib ka üles märkida, mitu ringi südamiku ühes või teises suunas pöörati. See võimaldab ebaõnnestumise korral taastada võnkeringi elementide esialgsed parameetrid ja häälestuskäiku õiges suunas korrata.

2. Võnkeringide häälestamisel võib juhtuda, et signaali tugevus kasvab kuni pooli südamiku täieliku väljakeeramiseni. Sel juhul tuleb vähendada veidi pooli keerdude arvu või vahesagedusvõnkeringide korral kondensaatori mahtuvust. Samuti võib trimmerkondensaatorite ja poolisüdamike keeramisel ilmneda näiline maksimum. Kui näiteks võnkeringi induktiivsus on liiga väike, esineb signaali maksimum pooli südamiku läbiminekul mähise keskosast. Trimmerkondensaatoril võib esineda signaali näiline maksimum minimaalsele või maksimaalsele mahtuvusele vastavas asendis (vastavalt võnkeringi liiga suure või väikese üldmahtuvuse korral). Seepärast tuleb võnkeringi elementide välise vaatluse teel kindlaks teha, kas maksimaalse signaali korral pole trimmer ühes piirasendis või südamik pooli keskel. Tõeline maksimum peab esinema trimmerkondensaatori kahes asendis. Sama kehtib ka pooli südamiku kohta, kui see on keeratav läbi pooli.

3. Selleks et kindlaks teha, kummas suunas tuleb pooli induktiivsust muuta, on otstarbekas kasutada häälestuspulka, mille ühes otsas on ferriitvarras ja teises otsas vaskvarras (või vaskpleki riba). Ferriidi lähendamisel induktiivsus suureneb, vase lähendamisel väheneb. Kui näiteks ferriitvarda lähendamisel signaal tugevneb, tuleb pooli induktiivsust suurendada. Kui väljundsignaal suureneb vaskvarda lähendamisel, näitab see, et induktiivsus on liiga suur. Võnkering on õigesti häälestatud siis, kui signaal nõrgeneb nii ferriit- kui ka vaskvarda lähendamisel.

4. Häälestamise ajaks ei tohi poolidelt (võnkeringidelt) eemaldada nende varjeid.

5. Pooli südamikke tuleb keerata isoleerainest sobivat kuju omava otsaga häälestusvõtme abil. Trimmereid võib keerata ka lühikese metallkruvikeerajaga, millel peab olema isoleerainest pea. Pärast lõplikku häälestamist fikseeritakse trimmerite asend piiritus- või nitrolakiga, pooli südamikud aga sula vaha või parafiiniga.

6. Kinnijäänud poolisüdamikke tuleb proovida lahti sulatada piiritusega või välja puurida ja asendada uuega. Võib soovitada ka järgmist lihtsat võtet. Sõltuvalt sellest, kas induktiivsust on vaja suurendada või vähendada (seda saab kindlaks teha häälestuspulgaga), keeratakse poolialusesse täiendav magnetmaterjalist südamik või vaskkruvi. Tarbe korral pikendatakse poolialust.

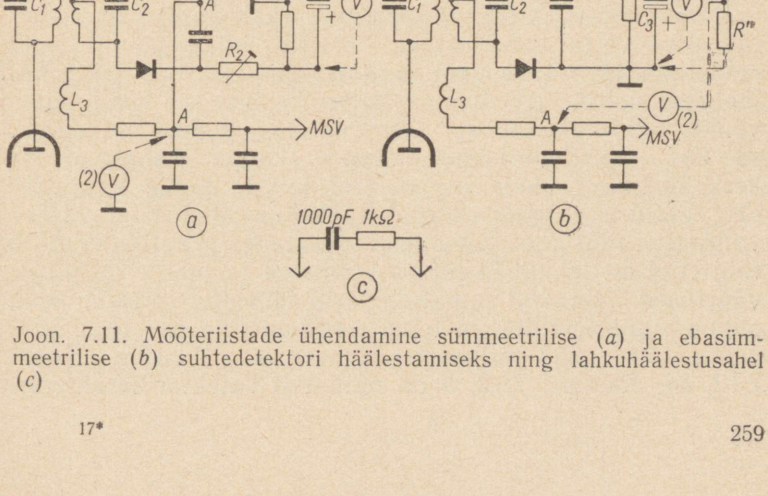
7.5. FM-VASTUVÕTJAD

Üldist. Sagedusmoduleeritud (FM-) signaalide vastuvõtjate häälestamise käik on üldjoontes sarnane AM-vastuvõtjate häälestamisega, kuid esineb ka mõningaid iseärasusi. Signaalgeneraatoriga häälestamisel alustatakse sagedusdetektorist (suhtedetektor või faasieristi), sellele järgnevad vahesagedus-, ostsillaator- ja sisendvõnkeringid.

Signaalgeneraatorita saab FM-vastuvõtjat häälestada vaid ULL FM-saatja läheduses. Sel puhul peab kõigepealt veenduma ostsillaatori korrasolekus. Ostsilleerimise tunnuseks on märgatav kahin väljuhääldajas, kusjuures selle intensiivus ULL-blokis häälestusnupu pööramisel muutub. Ka näitab ostsillaatori töötamist see, kui ostsillaatorlambi võre puudutamisel sõrmega kostab tugev plõks ja kahin

nõrgeneb paariks sekundiks. Vastuvõtjaga ühendatakse ULL-antenn (sobib ka televisiooniantenn 2. või 3. kanalile). Helitugevuse regulaator keeratakse lõpuni lahti ja tämbriregulaator kõrgete helisageduste suurima võimenduse asendisse. Nüüd püütakse häälestusnuppu pöörates vastu võtta kohaliku saatja signaali, mille järgi häälestatakse sagedusdetektori ja vahesagedus-võnkeringid, siis ULL-blokk ning lõpuks täpsustatakse veel kord sagedusdetektori häälestust.

Suhtedetektor. Signaalgeneraatoriga häälestamisel juhitakse 50 ... 100-pikofaradise kondensaatori kaudu viimase vahesagedusastme tüürvõrele moduleerimata signaal sagedusega 8,4 MHz (või 6,5 MHz) ja pingega 0,1 V. Rööbiti suhtedetektori elektrolüütkondensaatoriga C_3 (joon. 7.11) ühendatakse 10-voldise piirkonnaga alalisvoolu-elektronvoltmeeter või magnetoelektriline alalisvoolu-voltmeeter sisetakistusega vähemalt 10 kΩ/V. Võib kasutada ka 25 ... 50-mikroamprise mõõtepiirkonnaga mikroampermeetrit koos 0,15 ... 0,3-megaoomise eeltakistiga. Pooli L_1 südamik keeratakse asendisse, milles voltmeetri näit on suurim. Primaarvõnkeringi häälestamise ajaks on soovitav sekundaarvõnkering šunteerida joonisel 7.11, *c* näidatud lahkuhäälestusahela abil.



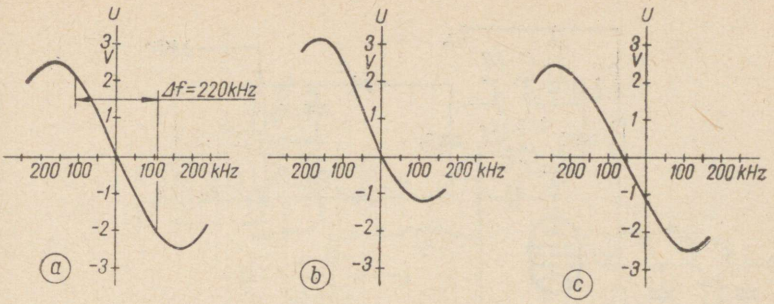
Joon. 7.11. Mõõteriistade ühendamine sümmeetrilise (*a*) ja ebasümmeetrilise (*b*) suhtedetektori häälestamiseks ning lahkuhäälestusahel (*c*)

Järgnevalt häälestatakse sekundaarring. Selleks ühendatakse suure sisetakistusega ja kahepoolse skaalaga voltmeeter mõõtepiirkonnaga 3...5 V punkti *A* ja «maa» vahele (joon. 7.11, *a*). Ebasümmeetrilise suhtedektori korral tuleb rööbiti elektrolüütkondensaatoriga ühendada kahest võimalikult võrdsest takistist R' ja R'' koosnev ahel. Takistite takistus peab olema 0,2...0,3 MΩ. Kahepoolse skaalaga voltmeeter ühendatakse punkti *A* ja takistite ühenduskohta kujunenud kunstliku nullpunkti vahele. Pooli L_2 induktiivsuse reguleerimisega viiakse voltmeetri näit nulliks. Seda tuleb teha üpris sujuvalt, sest pinge kondensaatoril C_3 ei saa kiirelt muutuda. Südamiku pööramisel resonantsile vastavast asendist ühele või teisele poole peab tekkima vastavalt ühe- või teisesuunaline hälve. Skaala keskel asuva nullpunktiga voltmeetri asemel saab kasutada ka harilikku voltmeetrit, kui selle osuti nullikorrektoriga võimalikult paremale viia ja saadud uus «nullpunkt» meeles pidada. Sekundaarringi häälestus on õige, kui voltmeetri külgeühendamisel ta osuti mingit hälvet ei anna.

Sekundaarvõnkeringi saab täpselt häälestada ka ilma mõõteriistata. Selleks joodetakse ajutiselt elektrolüütkondensaatori C_3 üks ots lahti ja lülitatakse sisse signaalgeneraatoris amplituudmodulatsioon sagedusega 1000 Hz. Võnkeringi ebahäälestuse korral kostab valjuhääldajast modulatsioonitoon. Õigele häälestusele vastab helitugevuse miinimum või heli täielik kadumine.

Täpse häälestuse saamiseks tuleb suhtedetektori võnkeringe häälestada vaheldumisi mitu korda.

Pärast suhtedektori võnkeringide häälestamist on soovitav üles võtta detektorikarakteristik, mille põhjal saab otsustada täiendava reguleerimisvajaduse üle. Sel juhul jäetakse voltmeeter ühendatuks niisamuti kui sekundaarvõnkeringi häälestamisel. Generaatori sagedust muudetakse 25...50-kilohertsiste astmete kaupa vahesageduse keskväärtusest ühele ja seejärel teisele poole kuni 250 kHz ulatuses. Igale kõrvalehäälestussagedusele vastav voltmeetri näit kantakse märki arvestades graafikule, mille rõhtteljel on lahkuhäälestuse suurused ja püstteljel pinge väärtused. Saadud punktide järgi ehitatud graafik peab olema sümmeetriline ja tema sirgjooneline osa peab hõivama 150...250 kilohertsi laiuse sagedusriba (joon. 7.12, *a*). Joonisel 7.12, *b* on näidatud detektorikarakteris-



Joon. 7.12. Detektorikarakteristikud:
a — mõlemad võnkeringid on häälestatud vahesagedusele; *b* — primaarvõnkeringi omasagedus on vahesagedusest madalam, *c* — sekundaarvõnkeringi omasagedus on vahesagedusest madalam

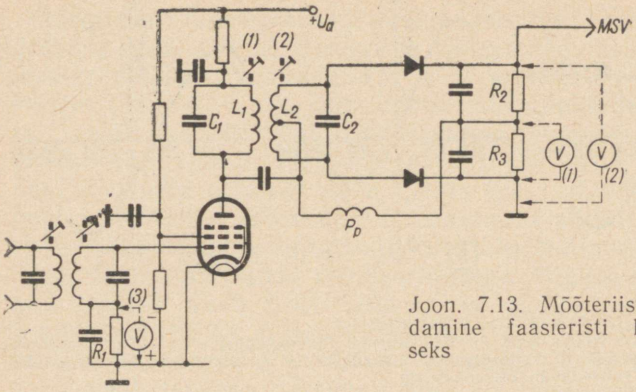
tik, mis saadakse siis, kui primaarvõnkering on häälestatud vahesagedusest madalamale sagedusele. Joonisel 7.12, *c* näidatud kujuga kõver tekib juhul, kui sekundaarvõnkeringi omavõnkesagedus on madalam vahesagedusest.

Kui võnkeringide täiendava häälestamisega ei õnnestu detektorikarakteristikut täielikult sümmetreerida, tuleb valida võimalikult lähedaste parameetritega dioodid ning reguleerida takistuste R_1 ja R_2 omavahelist suhet. Takistuse väärtusi on kõige hõlpsam kindlaks määrata amplituudmoduleeritud häälestussignaali korral minimaalse helitugevuse järgi madalsagedusvõimendi väljundis (samuti nagu sekundaarvõnkeringi häälestamisel).

Kui karakteristiku sirgjoonelise osa laius on alla 150 kHz, tuleb sagedusdetektori primaar- ja sekundaarvõnkeringide sidestustugevust suurendada, laiusel üle 250 kHz aga vähendada.

Kohaliku saatja signaali järgi toimub suhtedetektori häälestamine ja reguleerimine samal viisil kui signaalgeneraatori kasutamisel.

Faasieristi (faasidiskriminaator). Moduleerimata vahesageduslik signaal pingega 0,5 V juhitakse piiraja või vahesagedusvõimendi sisendisse. Primaarvõnkering ja seejärel sekundaarvõnkering häälestatakse resonantsi, millele vastab takistiga R_3 rööbiti ühendatud voltmeetri (joon. 7.13) maksimaalne näit. Järgnevalt täpsustatakse sekundaarvõnkeringi L_2C_2 häälestust, milleks voltmeeter ühendatakse madalsagedusliku väljundi ja «maa» vahele ning



Joon. 7.13. Mõõteriistade ühendamine faasieristi häälestamiseks

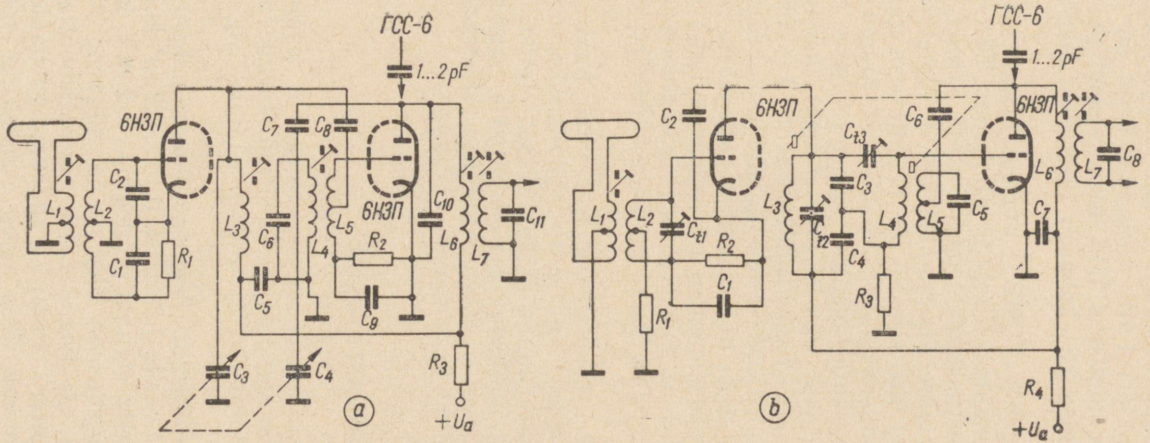
pooli L_2 südamiku keeramisega viiakse osuti nullseisu samuti nagu suhtedetektori häälestamiselgi. Ka detektorikarakteristikud on analoogilised suhtedetektori omadega (vt. joon. 7.12).

Vahesagedusvõimendi. Signaaliallikaks võib kasutada sagedusmoduleeritud või moduleerimata signaali. Esimesel juhul kasutatakse häälestusindikaatorina madalsagedusvõimendi väljundisse ühendatud vahelduvvoolu-voltmeetrit (väljundimõõtjat), teisel juhul suure sisetakistusega alalisvoolu-voltmeetrit, mis suhtedetektori korral ühendatakse samuti kui detektori primaarvõnkeringi häälestamisel, piiraja olemasolul aga rööbiti takistiga R_1 (vt. joon. 7.13). Viimatinimetatud viisil ühendatakse mõõteriistad ka juhul, kui signaaliallikaks on kohalik FM-saatja.

Häälestamise kord ei erine millegagi AM-signaali vahesagedusvõimendi häälestamisest (vt. § 7.3). Ülekriitiliselt sidestatud vahesagedustrafode puhul tuleb ühe võnkeringi häälestamisel teine šunteerida joonisel 7.11, *c* näidatud ahela abil.

Vahesagedusvõimendi ribalaius peab olema vähemalt 200 kHz. Kui ribalaiuse mõõtmisel (vt. lk. 260) osutub see kitsamaks, tuleb ühendada võnkeringidega rööbiti 10 . . . 20-kilo-oomised aktiivtakistid.

ULL-blokk. Vahesagedusfiltri häälestamiseks seatakse signaalgeneraator ГСС-6 ettenähtud vahesagedusele (8,4 või 6,5 MHz) ja ühendatakse 1- . . . 2-pF mahtuvusega kondensaatori kaudu parempoolse trioodi anoodiga (joon.



Joon. 7.14. ULL-astmiku sisendblokk:
a — häälestamine kondensaatorite mahtuvuse muutmisega, *b* — häälestamine poolide indukiivsuse muutmisega

7.14). Häälestuspoolide L_6 ja L_7 südamike pööramisega saavutatakse lampvoltmeetri osuti maksimaalne näit.

Signaalgeneraatori ГМВ väljundtakistus on tavaliselt 75 Ω; selle sidestamiseks ULL-bloki sisendiga (300 Ω) kasutatakse joonise 3.21 kohaselt takistitest koostatud sobituslüli.

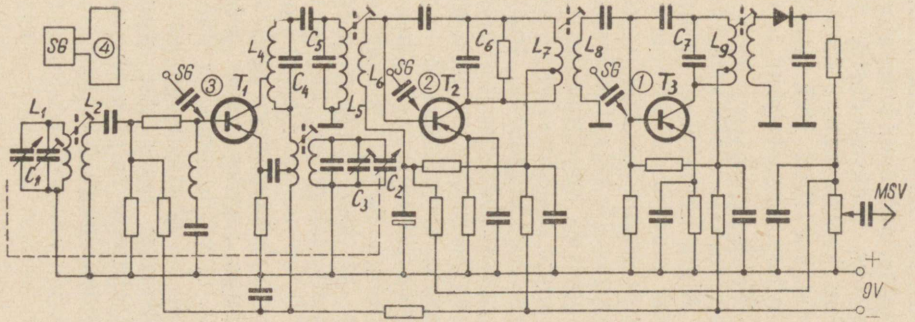
Signaalgeneraator ГМВ häälestatakse sagedusele 73 MHz ja ühendatakse sobituslüli kaudu ULL-bloki sisendiga. Häälestuskondensaatori C_3-C_4 (joon. 7.14, *a*) mahtuvus pööratakse minimaalseks. Kui nimetatud sagedus (73 MHz) ei ühti skaalal oleva jaotusega, tuleb muuta katseliselt kondensaatori C_6 mahtuvust. Järgnevalt pööratakse häälestuskondensaator maksimaalsele mahtuvusele ja kontrollitakse astmiku madalaimat sagedust. Normaalselt peaks see asuma piirkonnas 64,5 ... 65,5 MHz. Ebatäpsus kõrvaldatakse pooli L_4 südamiku reguleerimisega. Võnkering L_3C_3 häälestatakse sagedusele 64,5 MHz poolis L_3 asetseva südamiku pööramisega lampvoltmeetri maksimaalse näiduni. Sisendvõnkering häälestatakse keskmisele sagedusele (70 MHz) pooli L_2 südamiku reguleerimisega.

Käesoleval ajal kasutatakse ULL-bloki häälestamiseks saatjaile diamagnetilisest ainest südamikke, mille abil muudetakse võnkeringide induktiivsust (joon. 7.14, *b*). Sisendvõnkering häälestatakse keskmisele sagedusele 70 MHz pooli L_2 südamiku reguleerimisega (seadekondensaator C_{tl} on pööratud keskmisesse asendisse).

7.6. TRANSISTORVASTUVÕTJAD

Transistorvastuvõtjad reguleeritakse ja häälestatakse samas järjekorras kui lampvastuvõtjad. Järgnevalt kirjeldatakse transistorvastuvõtjate häälestamist signaalgeneraatoriga.

Vahesagedusvõimendi. Viimase vahesagedustransistori T_3 (joon. 7.15) baasile juhitakse 0,1 ... 0,2-μF kondensaatori kaudu 465-kHz signaal pingega 1 ... 2 mV, kusjuures modulatsioonisagedus on 1000 Hz ja -sügavus 30%. Rööbiti valjuhääldajaga ühendatakse väljundimõõtja (vahelduvvoolu-voltmeeter). Pooli L_9 südamikuga häälestatakse vahesagedusvõimendi teise astme võnkering resonantsi, millele vastab väljundimõõtja maksimaalne näit.



Joon. 7.15. Transistorvastuvõtja võnkeringide häälestamine

Seejärel rakendatakse kondensaatori kaudu 20 ... 50-μV signaal transistori T_2 baasile, täpsustatakse veel kord võnkeringi C_7L_9 häälestust ja keeratakse siis pooli L_7 südamik väljundimõõtja maksimaalsele näidule vastavasse asendisse.

Koondselektsioonfiltri $C_4L_4 — C_5L_5$ häälestamiseks lülitatakse sisse kesklaine, pöördkondensaatori mahtuvus keeratakse maksimaalseks, vahesageduslik signaal pingega 5 ... 15 μV antakse kondensaatori kaudu transistori T_1 baasile ja häälestatakse filtri kõik võnkeringid täpselt vahesagedusele. Ühtlasi täpsustatakse teiste vahesagedusvõnkeringide häälestust.

Muundusaste. Alustatakse kesklaineastmiku piiride kindlaksmääramisest. Algul keeratakse vastuvõtja pöördkondensaatori liikuvad plaadid täiesti sisse, transistori T_1 baasile rakendatakse eralduskondensaatori kaudu 5 ... 15-μV pinge sagedusega 515 kHz (kesklaineastmiku madalaim sagedus) ja pooli L_3 induktiivsuse muutmisega reguleeritakse väljundpinge maksimaalseks. Seejärel häälestatakse signaalgeneraator sagedusele 1620 kHz (astmiku kõrgeim sagedus), pöördkondensaatori mahtuvus seatakse minimaalseks ja reguleeritakse trimmeriga C_3 võnkeringi omasagedus vastavaks sisendsignaali sagedusele.

Sisendvõnkeringide häälestamiseks ühendatakse signaalgeneraatori väljundiga umbes 80-oomise takisti kaudu vasktraadist raam (vt. joon. 3.17) ja paigutatakse vastuvõtja sellest 1 meetri kaugusele nii, et ferriitpulga telg oleks risti raami tasapinnaga. Generaator reguleeritakse astmiku madalamaile kokkujooksusagedusele f_3 (vt. joon. 7.8), häälestusnupuga reguleeritakse pöördkondensaatori mahtuvus selliseks, et väljundimõõtja näitaks maksimaalset pinget, ja pooli L_1 nihutamisega ferriitpulgal häälestatakse sisendvõnkering resonantsi signaalisagedusega. Samal viisil reguleeritakse välja kokkujooks sagedusel f_1, kuid trimmerkondensaatoriga C_1.

8. peatükk

RAADIOHÄIRETE VÄHENDAMINE

8.1. ÜLDANDMEID

Raadiohäireteks nimetatakse üldiselt kõiki raadiovastuvõtjatesse sisenevaid segavpingeid ning häireallikateks nende segavpingete tekitajaid. Vastavalt häireallikatele liigitatakse raadiohäired järgmiselt: atmosfäärilised, tööstuslikud, raadiosaatjate poolt tekitatavad ja raadiovastuvõtjates endas tekkivad häired. Raadiohäirete kestusest ja nende pingete kujust sõltuvalt eristatakse sujuvhäireid ja impulsshäireid. Atmosfäärilised raadiohäired võivad olla kas sujuv- või impulsshäired. Tööstuslikud raadiohäired on tavaliselt impulsshäired. Raadiovastuvõtjatesse võivad atmosfäärilised raadiohäired pääseda: 1) antenni kaudu, 2) maandusjuhtme kaudu ja 3) toitevõrgu juhtmete kaudu (võrgutoitega vastuvõtjates).

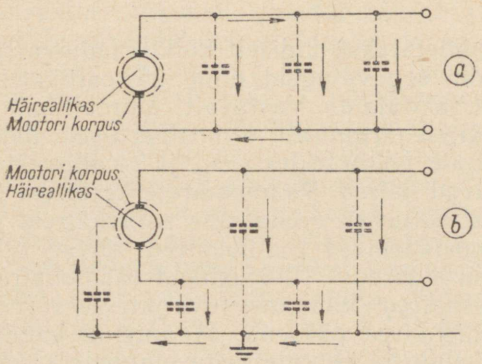
Raadiohäirete mõju vähendamiseks on vaja teada, millist liiki häirega on tegemist ja kuidas satub see raadiovastuvõtjasse.

Atmosfäärilisi raadiohäireid põhjustavad väga mitmesugused loodusnähtused, nagu näiteks pikselahendused, sademed, virmalised jne. Atmosfäärilised raadiohäired kuulduvad valjuhääldajas korrapäratu raginana, kahinana või tugevate raksatustena. Amplituudmoduleeritud saadete vastuvõtul on atmosfääriliste raadiohäirete toimet raske vähendada. Mõningal määral saab neid vähendada suundantennide rakendamisega ja vastuvõtja selektiivsuse suurendamisega. Sagedusmoduleeritud saadete vastuvõtul avalduvad atmosfäärilised häired nõrgalt.

Tööstuslikke raadiohäireid põhjustavad elektriseadmetes ja -masinates tekkivad järsud ja suhteliselt suured voolu-

ja pingemuutused. Sellisteks tööstuslike raadiohäirete tekitajateks on elektrimootorid (välja arvatud lühisrootoriga asünkroonmootorid), generaatorid, trammid, trollibussid, elektritõstukid, elektrikeevitusseadmed, elektriraviseadmed, elektrikõlistid, sisepõlemismootorite süüteseadmed, elektriseadmete halvad kontaktühendused jne.

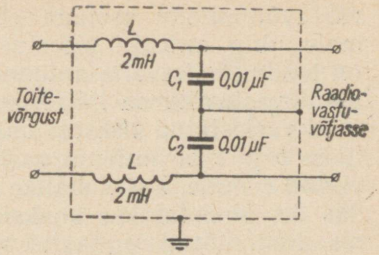
Kahejuhtmelist elektriliini mööda võivad häired levida kahel teel: 1) sümmeetriliselt, kui raadiohäirete vool väljub häireallikast üht juhet kaudu ning saabub tagasi teist mööda (joon. 8.1, *a*); 2) ebasümmeetriliselt, kui raadiohäirete vool väljub häireallikast üheaegselt mõlemat juhet mööda ning saabub tagasi maa kaudu (joon. 8.1, *b*).



Joon. 8.1. Häirete levi elektriliini mööda:
a — sümmeetriliselt, *b* — ebasümmeetriliselt

Elektrijuhtmeid mööda levivate häirete mõju tugevus raadiovastuvõtuantennidele, mis asuvad nende juhtmete läheduses, sõltub peamiselt antennijuhtme ja elektrijuhtmete vahelise mahtuvuse väärtusest. Seejuures toimivad antennidele ebasümmeetriliste raadiohäirete elektriväljad, mis moodustuvad häireid kandvate juhtmete ja maa vahel. Järelikult on vaja häirete kõrvaldamiseks esmajärjekorras likvideerida ebasümmeetrilised häirevoolud. Praktiliselt tehakse seda sel teel, et lülitatakse filtrid häireallikast väljuvatesse elektrijuhtmetesse.

Toitevõrgu juhtmete kaudu sisenevaid atmosfäärilisi ja tööstuslikke raadiohäireid on võimalik vähendada vastu-



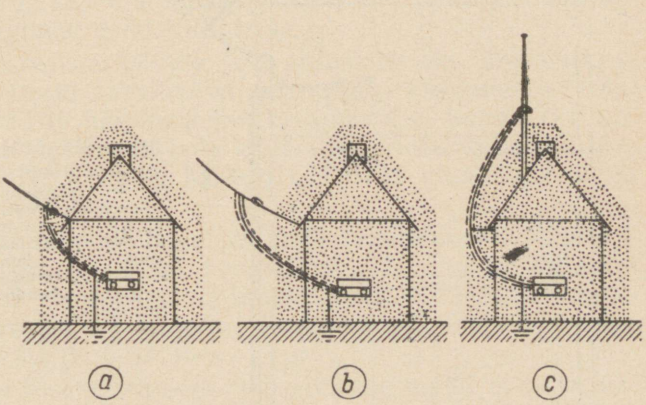
Joon. 8.2. Raadiovastuvõtja toitejuhtmesse ühendatava häirefiltri põhimõtteskeem

võtja toitejuhtmetesse ühendatava kõrgsagedusfiltriga, mille põhimõtteskeem on toodud joonisel 8.2. Filter ühendatakse raadiovastuvõtja toitejuhtme pistiku ja seinakontakti vahele.

Samuti on võimalik tööstuslikke raadiohäireid tunduvalt vähendada, kui vastuvõtuantenn asetada ehitistest (elektrijuhtmetest) kõrgemale ning antenni sisestusjuhe varjestada või valmistada sümmeetrilise toiteliinina.

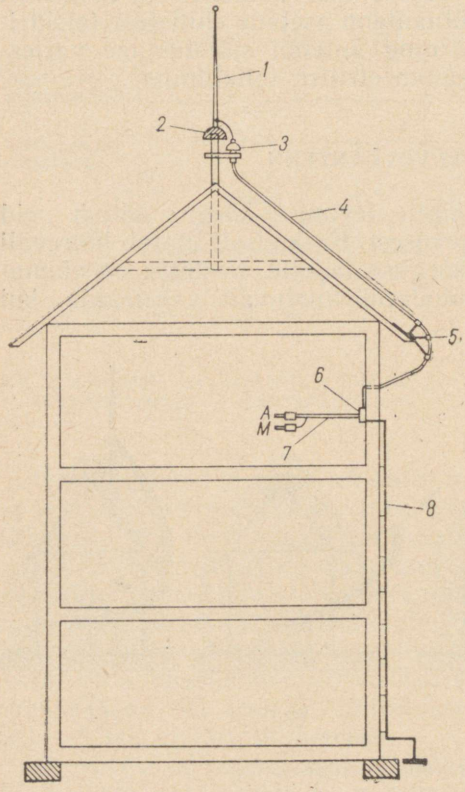
8.2. HÄIREVABA VASTUVÕTUANTENN

Tööstuslike raadiohäirete levimise kõrgus sõltub neid tekitava häirevälja tugevusest. Keskmiselt ulatub häireväli 3...5 m üle ehitiste kõrguse taseme. Seetõttu on võimalik tööstuslikke raadiohäireid tunduvalt vähendada, kui



Joon. 8.3. Häirevaba antenni asetus:
a — vale, *b* ja *c* — õige

vastuvõtuantenn asetada vähemalt 3 m ehitistest kõrgemale ning antenni sisestusjuhe varjestada. Joonisel 8.3 on toodud häirevaba antenni asetusi. Lülituses *a* asub antenni vastuvõtuosa häireväljas ja paratamatult sisenevad need varjestatud sisestusjuhtme kaudu vastuvõtjasse. Lülituses *b* ja *c* on antenni vastuvõtuosa asetatud kõrgele või viidud eemale, kus kohalike mürade väli on nõrk. Antenni üks ots ühendatakse koaksiaalkaabliga, mis juhib antennis kinnipüütud signaalid vastuvõtjasse. Vastuvõtja juures tuleb kaabli varjestussukk hästi maandada. Sel puhul on kaabelliini soon kaabli maandatud mantli kaudu varjestatud kohalike müraväljade eest, mis on kõige tugeva-



Joon. 8.4. Müravaba vastuvõtuantenni ehitus:
1 — statiivantenn (duralumiiniumtorust, pikkusega 6 m), *2* — antenniisolaator, *3* — bakeliidist ühendusmuhv, *4* — koaksiaalkaabel, 5 — räästatugi, *6* — varjestatud ühendusjuhe, *8* — maandus

mad just kaabli asukoha läheduses, s. o. hoonetes ja voolujuhtmete läheduses.

Joonisel 8.4 on näidatud müravaba vastuvõtuantenni ehitus. Vastuvõtuantenn on soovitav valmistada duralumiiniumtorust pikkusega 6...8 m. Antenn tuleb isoleerida kinnituskohas kandemastist portselanisolaatori *2* abil. Antenni küljest tuleva juhtme ja koaksiaalkaabli kinnitamiseks on soovitav kasutada isoleermaterjalist seenekujulist ühendusmuhvi *3*. Et vältida koaksiaalkaabli välisisolatsiooni riknemist katuseräästa vastu hõõrdumisel, kasutatakse spetsiaalset isolaatoritega kinnitusklambrit *5*. Toas kinnitatakse vastuvõtja lähedusse varjestatud pistikupesa *6*. Selleks võib kasutada harilikku tugevvoolu-seinakontakti, kui see katta plekist varjestuskarbiga. Seinakontakti varje maandatakse. Vastuvõtja ühendatakse pistikupesaga samuti varjestatud juhtmega *7*, mille ühte otsa on kinnitatud vastavalt antenni- ja maanduspistik ja teise otsa pistik pesaga ühendamiseks. Maandusena on soovitav kasutada kas spetsiaalset maandit või puhtaveetorustikku.

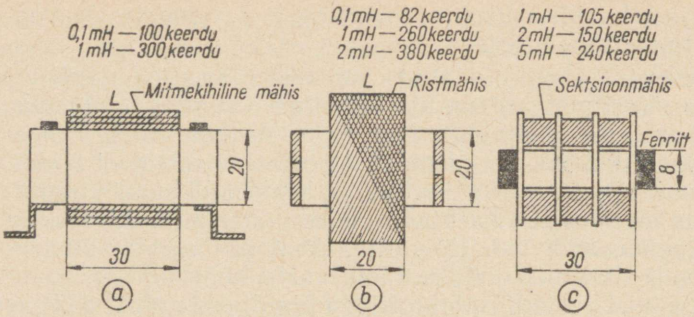
8.3. TÖÖSTUSLIKE RAADIOHÄIRETE VÄHENDAMINE TEKKEKOHAS

Tööstuslike raadiohäirete vähendamine on kõige lihtsam nende tekitaja juures. Selleks tuleb raadiohäireid tekitav seade varustada madalpääsfiltriga, mis tõkestaks raadiohäirete levimist elektriliinidesse.

Sümmeetriliste häirete levi tõkestamiseks ühendatakse kondensaatorid paralleelselt häireallika klemmidega. Ebasümmeetriliste häirete puhul maandatakse häireallika toitejuhtmed kondensaatorite kaudu. Kasutatakse kondensaatoreid КБП, КБТ-М, КБТ-МП, КБГИ vms. tööpingega vähemalt 400 V.

Lühi- ja ultralühilainel ei anna raadiohäirete vähendamise filtrites harilikud kondensaatorid rahuldavaid tulemusi, sest need omavad induktiivsust. Nimetatud sageduspiirkonnas on soovitav kasutada nn. läbiviikkondensaatoreid КБП, КБГ jne.

Väikese sisetakistusega häireallikate puhul ei piisa üksinda kondensaatoritest, vaid tuleb võtta kasutusele kõrgsagedus-paispoolid. Mõned elektriseadmed, näiteks dia-



Joon. 8.5. Kõrgsagedus-paispoolide konstruktsioone:
a — mitmekihiline silinderpool, *b* — ristmähisega pool, *c* — ferriitsüdamikuga pool

termiaaparaadid, mootori süüteseadised jne. tuleb täielikult varjestada ja toitejuhtmed varustada filtritega.

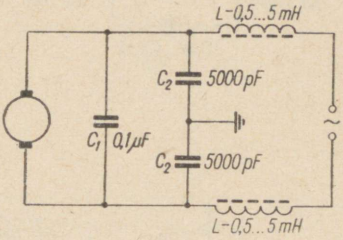
Kõrgsagedus-paispoolide valmistamisel tuleb lähtuda vajalikust induktiivsusest (vt. joon. 8.6 ... 8.16) ja raadiohäireid tekitava seadme voolutarvitusest. Joonisel 8.5 on toodud kõrgsagedus-paispoolide konstruktsioone. Mähis valmistatakse kas emailisolatsiooniga või veel parem emailisolatsiooniga ja 1- või 2-kordse puuvillaisolatsiooniga vasktraadist (ПЭЛБО, ПЭЛБД). Traadi jämedus valitakse vasktraatide tabelist vastavalt häireid tekitatava seadme voolutarbele. Joonisel 8.5 on antud soovitava induktiivsuse saamiseks vajalikud keerdude arvud. Kasutatakse 0,5 ... 0,6 mm jämedust emailisolatsiooniga vasktraati, mille lubatav koormusvool on 0,5 A.

Filtriks vajalikud kondensaatorid ja kõrgsagedus-paispoolid monteeritakse täiesti kinnisesse teraplekist karpi. Karbi mõõtmed olenevad kasutatud üksikosade mõõtmetest. Karpi sisenevad ja sealt väljuvad juhtmed viiakse välja karbi vastaskülgedelt.

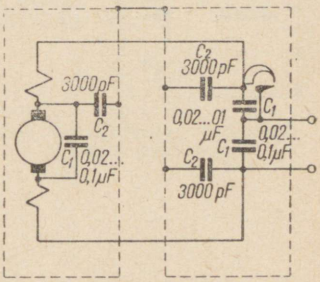
Mootorite juures kinnitatakse filtrikarp kas otseselt mootori kere külge, või kui see ei ole võimalik, siis mootori vahetusse lähedusse, vältides pikki montaažijuhtmeid. Kui ei ole võimalik filtrikarpi mootori lähedusse monteerida, tuleb see ühendada mootoriga varjestatud juhtmetega ja juhtme metallsukad ühendada mootori kerega.

Päevavalguslampide puhul monteeritakse filtrikarp armatuuri külge ja maandatakse tavaliselt armatuuri kest.

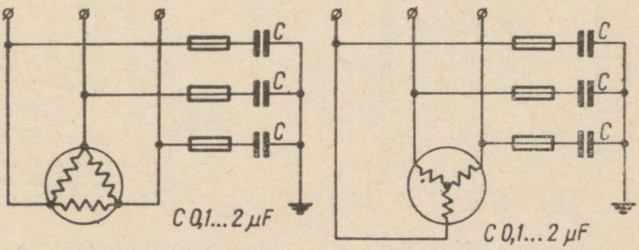
Joonistel 8.6 . . . 8.16 on antud mitmesugustes seadmetes tekkivate raadiohäirete vähendamise filtrite põhimõtteskeemid ja filtrite põhilised iseloomustussuurused. Joonistel on antud lülituselementide elektriliste iseloomustussuuruste keskmised väärtused või piirid. Enamasti pole need kriitilised ning neid võib tunduvalt muuta.



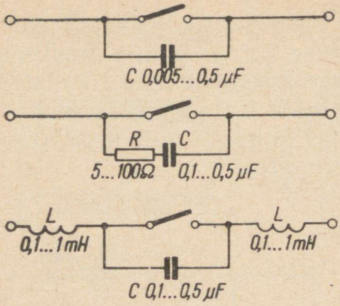
Joon. 8.6. Häirefilter vahelduvvoolu-kommutaatormootorile



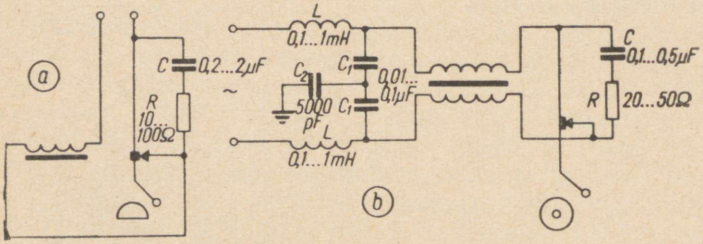
Joon. 8-7. Häirefilter õmblusmasina mootorile



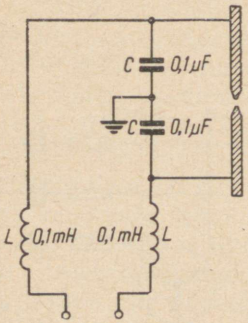
Joon. 8.8. Häirefilter kolmefaasilisele mootorile



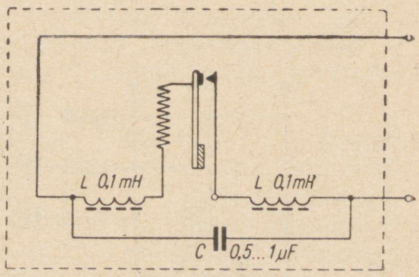
Joon. 8.9. Häirefiltreid lülititele



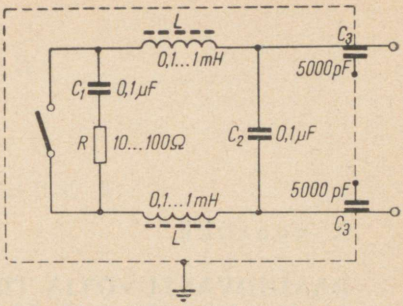
Joon. 8.10. Häirefiltreid elektrikõlistitele:
a — madalpingeline kõlisti; *b* — võrgupingega kõlisti



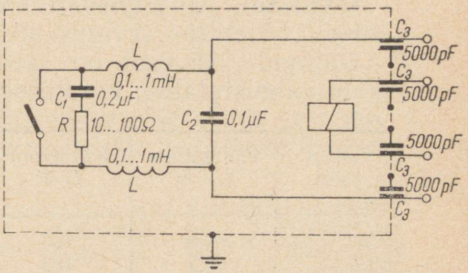
Joon. 8.11. Häirefilter kaarlambile



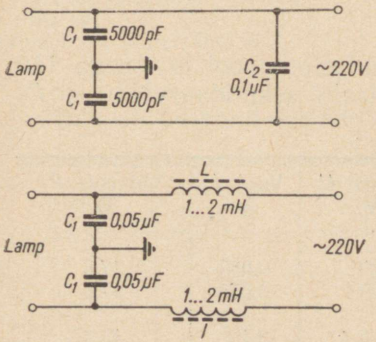
Joon. 8.12. Häirefilter bimetall-lülitile



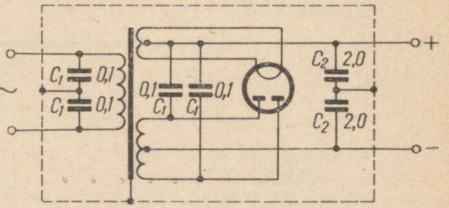
Joon. 8.13. Kvaliteetne häirefilter iga liiki lülititele



Joon. 8.14. Häirefilter releele



Joon. 8.15. Häirefiltrid päevavalguslambile



Joon. 8.16. Häirefilter gasotroniga alaldile

9. peatükk

RAADIOVASTUVÕTJA TRAFODE JA SILUMISFILTRI PAISPOOLI ARVUTUS

9.1. TOITETRAFO

I variant. Alljärgnevalt on toodud raadiovastuvõtjaile sobiva toitetrafo arvutuskäik konkreetse arvutusnäitena. Ülesande kohaselt on raadiovastuvõtjas, mille jaoks trafo valmistatakse, kasutusel järgmised elektronlambid.

Lambi tüüp	Küttepinge U_f V	Küttevool I_f V	Anoodvool I_a mA	Varivõrevool I_{g2} mA
6A7	6,3	0,3	3,4	8,0
6K7	6,3	0,3	10,5	2,6
6Г7	6,3	0,3	1,1	—
6П3С	6,3	0,9	75,0	5,4
6E5C	6,3	0,3	0,25	4,0
Kokku:	—	2,1	90,25	20,0
5Ц4С	5,0	2,0	—	—

Võimenduslampide üldine emissioonivool on seega 110 mA. Järgnevalt arvutatakse trafo sekundaarvõimsus P_2 (joon. 9.1).

Mähise nimetus	Pinged U V	Vool I A	Võimsus P_2 W
Anoodmähise w'_a	320	0,055	17,6
Anoodmähis w''_a	320	0,055	17,6
Võimenduslampide kütte-mähis w_f	6,3	2,1	13,3
Kenotroni küttemähis w_k . .	5,0	2,0	10,0

Kokku: $P_2 = 58{,}5$ W

Primaarvõimsus

$P_1 = 1{,}1 P_2 = 1{,}1 \cdot 58{,}5 = 65$ W.

Primaarvool

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1 \cos \varphi} = \frac{65}{220 \cdot 0{,}9} = 0{,}32 \text{ A}.$$

Trafo südamiku ristlõige

$$Q_{Fe} = 1{,}1 \sqrt{P_1} = 1{,}1 \sqrt{65} \approx 9 \text{ cm}^2.$$

Mähiste keerdude arv 1 V kohta

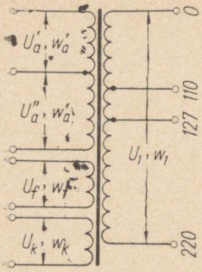
$$\frac{w}{E} = \frac{50}{Q_{Fe}} = \frac{50}{9} = 5{,}6.$$

Järgnevalt määratakse mähiste keerdude arv ja traatide läbimõõdud (tabelist 9.1) arvestusega, et voolutihedus neis oleks 1,5 A/mm²;

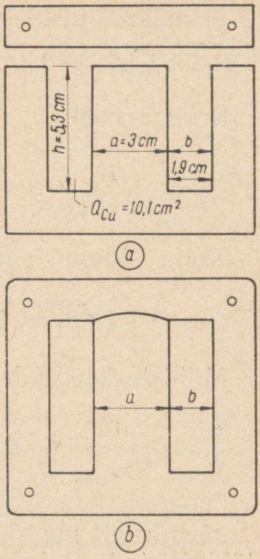
Mähise nimetus	Pinge U V	Keerdude arv w	Vool I A	Traadi läbimõõt d mm
Primaarmähis w_1	220	1232	0,32	0,5
Anoodmähis w_a'	320	1792	0,055	0,22
Anoodmähis w_a''	320	1792	0,055	0,22
Võimenduslampide küttemähis w_f	6,3	35	2,1	1,3
Kenotroni küttemähis w_k . .	5,0	28	2,0	1,3

Mähised vajavad südamikul järgmist ristlõikepinda:

Mähis	Keerdude arv w	Traadi läbimõõt d mm	Keerdusid 1 cm² kohta	Mähisele vajalik pind cm²
w_1	1232	0,5	308	4,0
w_a'	1792	0,22	1400	1,3
w_a''	1792	0,22	1400	1,3
w_f	35,0	1,3	50,5	0,7
w_g	28,0	1,3	50,5	0,6
			Kokku:	7,9 cm²



Joon. 9.1. Toitetrafo mähiste skeem



Joon. 9.2. Toitetrafo plekid:
a — manteltüüpi, *b* — sama, kuid otsplekita

Mähistele vajaliku ristlõike järgi saab valida südamiku plekitüübi. Tabelist 9.2 selgub, et selleks on sobiv Ш-kujuline plekk, mille $a = 3$ cm, $b = 1{,}9$ cm ja $h = 5{,}3$ cm (joon. 9.2). Nimetatud pleki akna pindala $Q_{Cu} = 10{,}1$ cm². Et mähistele vajalik ristlõige on 7,9 cm², siis jääb poolikeha ja mähiste ning kihtide vahelise isolatsiooni jaoks $10{,}1 - 7{,}9 = 2{,}2$ cm², mis on täiesti küllaldane, kui ei kasutata liiga paksust materjalist valmistatud poolikeha ja kihtide vahele ei asetata isolatsiooniks paksu paberit.

Nüüd võib määrata plekipaki paksuse ja üksikute plekkide arvu selles, võttes arvesse, et üksikpleki paksus $d_{Fe} = 0{,}35$ mm. Et valitud pleki südamiku laius $a = 3$ cm, siis trafo raudkeha tegeliku ristlõike Q_{Fe} saamiseks peab plekipaki paksus olema

$$c = \frac{Q_{Fe}}{3} = \frac{9}{3} = 3 \text{ cm}.$$

Plekkide arv

$$n = \frac{c}{d_{Fe}} = \frac{30}{0{,}35} \approx 86 \text{ plekki}$$

Trafo mähistes tekkiva pingelangu arvutamiseks on tarvis leida keeru keskmine pikkus:

$$l_k = 2(a + 2b + c) = 2(3 + 2 \cdot 1{,}9 + 3) = 19{,}6 \text{ cm}.$$

Edasi arvutatakse pingelangud mähistes.

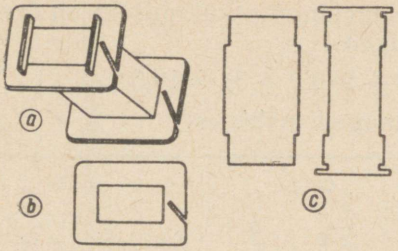
Mähis	Keerdude arv	Traadi läbimõõt d mm	Traadi pikkus m	Traadi takistus 100 m kohta Ω	Mähise takistus R Ω	Vool I A	Pingelang mähistes $\Delta U = IR$ V
w_1	1232	0,5	241	8,92	21,5	0,32	6,9
w_a'	1792	0,22	351	46,0	161,5	0,055	8,9
w_a''	1792	0,22	351	46,0	161,5	0,055	8,9
w_f	35,0	1,3	6,0	1,3	0,08	2,1	0,17
w_k	28,0	1,3	5,0	1,3	0,07	2,0	0,14

Tekkinud pingelangu kompenseerimiseks peab mähistele keerdusid juurde lisama. Lisakeerdude arv leitakse mähises tekkiva pingelangu korrutamisel keerdude arvuga ühe voldi kohta.

Mähiste lõplik keerdude arv saadakse, kui lisakeerud liidetakse vastava mähise endise keerdude arvuga.

Mähis	Pingelang mähistes ΔU_V	Lisakeerud $\Delta w = \Delta U \cdot \frac{w}{E}$	Mähise endine keerdude arv	Mähise lõplik keerdude arv
w_a'	8,9	50,0	1792	1842
w_a''	8,9	50,0	1792	1842
w_f	0,17	1,0	35,0	36,0
w_k	0,14	1,0	28,0	29,0

Trafo mähiste alus valmistatakse tavaliselt kas kõvapapist presspan), getinaksist või mõnest muust isoleerlehtmaterjalist, mis talub kuumust ja selle juures ei pehmene. Kui selliseid materjale ei ole käepärast, võib aluse valmistada ka tavalisest papist, kuid see tuleb läbi immutada kas bakeliit- või šellaklakiga (šellaki lahus piirituses või denaturaadis).



Joon. 9.3. Poolialuse konstruktsioon:
a — valmis poolialus, *b* ja *c* — üksikosad, *d* — poolialuse otste tugevdamine

Mähiste alus valmistatakse üksikutest osadest, mis seatakse tappidega kokku. Aluse otstesse puuritakse augud või lõigatakse pilud mähiste juhtmete väljatoomiseks. Et poolialusele keritud mähis surub ta otstele, siis peavad need olema hästi tugevad. Kui poolialus valmistatakse tavalisest papist, siis liimitakse ta üksikosad kokku liimi БФ-2, sündeetikoni või kaseiinliimiga. Pärast liimi täielikku kuivamist immutatakse alus mitu korda läbi ühe eespoolnimetatud lakiga. Enne mähkimisele asumist tuleb poolialusele tihedalt kerida paar kihti parafineeritud paberit, mis kaitseb mähise alumist kihti liimi eest, sest see võib rikkuda traadi isolatsiooni.

Mähkimisel keritakse kõige alla primaarmähis, selle peale esimene ja teine anood-sekundaarmähis, siis võimenduslampide ja kenotroni küttemähised. Kõigi mähiste ja nende üksikute kihtide vahele tuleb asetada paar kihti parafineeritud paberit (kondensaatorpaberit). Eriti hästi peab isoleerima üksikuid mähiseid omavahel.

II variant. Toitetrafo arvutamist hõlbustavad tunduvalt vastavad nomogrammid. Joonisel 9.4 esitatud nomogrammid on koostatud järgmiste valemite alusel:

$$Q_{Fe} = 1{,}25\sqrt{P_1} \quad \text{ja} \quad \frac{w}{E} = \frac{450\,000}{BQ_{Fe}},$$

kus Q_{Fe} südamiku ristlõige, P_1 — trafo primaarvõimsus W, $\frac{w}{E}$ — keerdude arv 1 voldile ja B — väljatihedus Gs.

Elektrotehnilise terase kasutamisel võetakse maksimaalseks väljatiheduseks B kuni 10 000 gaussi.

Algul määratakse arvutatava toitetrafo primaarvõimsus järgmiste valemitega

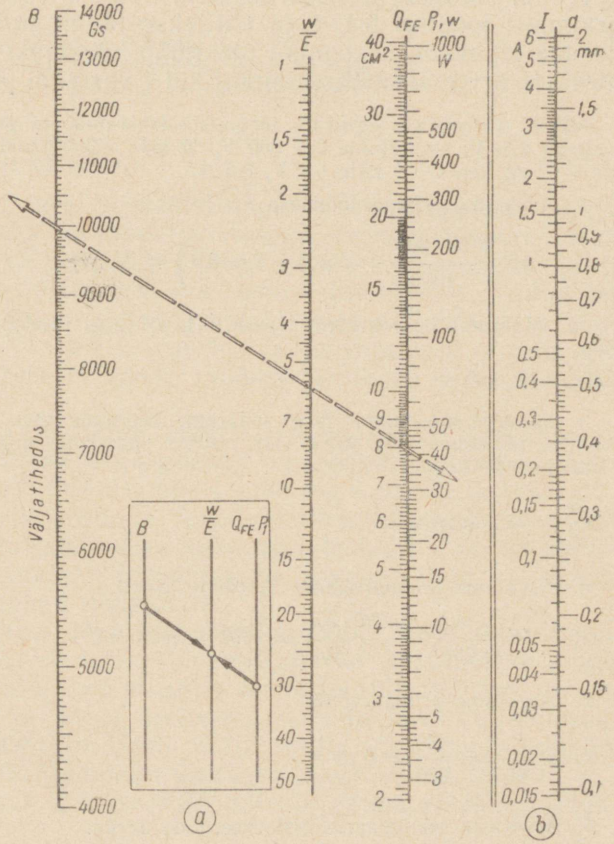
a) trafod võimsusega kuni 100 vatti:

$$P_1 = 1{,}2 \cdot (I_1U_1 + I_2U_2 + \ldots)$$

b) trafod võimsusega 100 ... 1000 vatti;

$$P_1 = 1{,}1\,(I_1U_1 + I_2U_2 + \ldots).$$

Nomogrammi (joon. 9.4, *a*) P_1 skaalalt leitakse punkt, mis vastab arvutatud primaarvõimsusele (P_1) ja ühendatakse see sirge abil punktiga, mis vastab südamiku välja-



Joon. 9.4. Võrgutrafo arvutamise nomogrammid:
a — ristlõige ja keerdude arv voldi kohta, *b* — mähiste traatide läbimõõt

tiheduse suurusele skaalal B. Selle sirge lõikepunkt skaalaga $\frac{w}{E}$ vastab keerdude arvule ühe voldi kohta. Südamiku ristlõige leitakse skaalalt Q_{Fe} võimsusele P_1 vastavast punktist. Tegeliku ristlõike saamiseks tuleb saadud väärtus jagada täiteteguriga 0,9.

Rauas- ja vaseskadude arvestamiseks vähendatakse primaarmähise keerdude arvu ja suurendatakse sekundaarmähiste keerdude arvu kas 5% (toitetrafodel võimsusega kuni 100 W) või 2,5% (toitetrafodel 100 ... 1000 W).

Traadi läbimõõt leitakse sõltuvalt mähise voolust nomogrammilt joonisel 9.4, *b* ja valitakse lähim suurem standardne läbimõõt. Südamiku plekitüüp, plekipaki paksus ja plekkide arv määratakse samuti kui I variandi puhul.

Näide. Arvutada võrgutrafo järgmiste lähteandmete puhul: võrgupingega 220 V; anoodtoide 2×300 V, 60 mA; võimenduslampide küte 6,3 V, 2 A; kenotroni küte 6,3 V, 0,6 A.

1. Arvutame primaarvõimsuse P_1:

$$P_1 = 1{,}2 \left(\frac{60 \cdot 300}{1000} + 2 \cdot 6{,}3 + 0{,}6 \cdot 6{,}3 \right) \approx 41 \text{ W}.$$

2. Määrame nomogrammi (joon. 9,4, *a*) järgi raudsüdamiku ristlõike:

$Q_{Fe} = 8$ cm^2.

3. Sama nomogrammi järgi määrame keerdude arvu voldi kohta (valides väljatiheduseks 10000 Gs), milleks ühendame sirgega punktid 8 cm^2 ja 1000 Gs):

$$\frac{w}{E} = 5{,}7 \text{ keerdu}.$$

4. Arvutame primaarmähise keerdude arvud:

$$w_1 = U_1 \frac{w}{1{,}05E} = \frac{220 \cdot 5{,}7}{1{,}05} = 1195 \text{ keerdu}.$$

5. Arvutame primaarvoolu:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{41}{220} = 0{,}19 \text{ A}.$$

6. Arvutame sekundaarmähiste keerdude arvud.
Anoodmähis:

$$2 \times w_a = 2 \times 1{,}05 U_a \frac{w}{E} = 2 + 1{,}05 \cdot 300 \cdot 5{,}7 = 2 \times 1800 \text{ keerdu}.$$

Küttemähis:

$$w_f = 1{,}05U_f \cdot \frac{w}{E} = 1{,}05 \cdot 6{,}3 \cdot 5{,}7 \approx 38 \text{ keerdu.}$$

Kenotroni küttemähis:

$$w_k = 1{,}05U_k \cdot \frac{w}{E} = 1{,}05 \cdot 6{,}3 \cdot 5{,}7 \approx 38 \text{ keerdu.}$$

7. Määrame teise nomogrammi (joon. 9.5, *b*) järgi primaarmähise traadi läbimõõdu:

$d_1 = 0{,}35$ mm.

8. Määrame sama nomogrammi järgi sekundaarmähiste traatide läbimõõdud:

anoodmähised: $d_a = 0{,}2$ mm;
võimenduslampide küttemähis: $d_f = 1{,}2$ mm;
kenotroni küttemähis: $d_k = 0{,}6 \ldots 0{,}7$ mm.

9.2. VÄLJUNDTRAFO

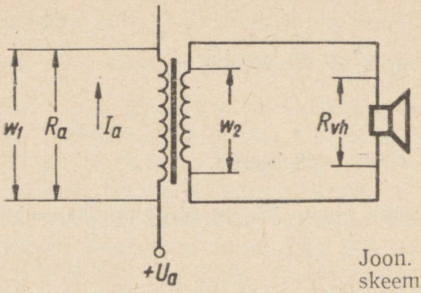
Üldist. Suure sisetakistusega võimsusvõimendi lambi sidestamiseks väikese takistusega valjuhääldajaga tuleb kasutada väljundtrafot (sobitustrafot). Seejuures peab selle trafo primaarmähis oma elektrilistelt andmetelt sobima lambiga, sekundaarmähis aga valjuhääldaja võnkepooliga. Vastasel korral tekivad moonutused ja helisageduslik energia ei kandu lambist tervikuna üle valjuhääldajasse.

Väljundtrafo täpne arvutamine on küllalt keerukas ja aeganõudev töö. Alljärgnevalt on toodud väljundtrafo lihtsustatud arvutuskäik, mis annab raadiokorrastamisel küllaltki täpseid tulemusi. Arvutuse lähteandmeteks on võimsusvõimendi lambi anoodkoormustakistus R_a, anood-alalisvool I_a, madalaim ülesantav helisagedus ning valjuhääldaja võnkepooli takistus R_{vh}.

Lihtlülituses lõppastme väljundtrafo arvutamise näide (joon. 9.5). Võimsusvõimendi lambiks kasutatakse tüüpi 6П14П, mille optimaalne anoodkoormustakistus $R_a = 5200$ Ω ja anood-alalisvool $I_a = 48$ mA. Valjuhääldajana kasutatakse tüüpi 2ГД3, mille võnkepooli takistus $R_{vh} = 3{,}5$ Ω. Madalaim ülekantav sagedus on 100 Hz.

Kõigepealt leitakse väljundtrafo primaarmähise induktiivsus

$$L = \frac{R_a}{\omega_m \sqrt{M_m^2 - 1}} = \frac{5200}{6{,}28 \cdot 100 \sqrt{1{,}5^2 - 1}} = 7{,}47 \text{ H},$$



Joon. 9.5. Väljundtrafo mähiste skeem

kus ω_m on trafo poolt ülekantav madalaim helisagedus (nurksagedus $\omega_{min} = 2\pi f_{min}$) ja M_m — sagedusmoonutustegur, mis võetakse trioodi puhul 1,2 ning pentoodi puhul 1,5.

Südamiku minimaalne ristlõige

$$Q_{Fe} = \frac{I_a^2 L}{3000} = \frac{48^2 \cdot 7{,}47}{3000} \approx 5{,}74 \text{ cm}^2.$$

Järgnevalt valitakse tabelist 9.2 sobiv plekitüüp ja magnetringi keskmine pikkus l_{Fe} (joon. 9.6).

Primaarne keerdude arv:

$$w_1 = 800 \sqrt{L \frac{l_{Fe}}{Q_{Fe}}} = 800 \sqrt{7{,}47 \cdot \frac{11}{5{,}74}} = 2284 \text{ keerdu.}$$

Järgnevalt tuleb leida väljundtrafo ülekandesuhe:

$$k = \sqrt{\frac{R_a}{R_k}} = \sqrt{\frac{5200}{1{,}2 \cdot 3{,}5}} = 35,$$

kus R_k on väljundtrafo sekundaarmähise koormustakistus; dünaamiliste valjuhääldajate korral $R_k = 1{,}2R_{vh}$.

Sekundaarmähise keerdude arv

$$w_2 = \frac{w_1}{k} = \frac{2284}{35} = 86 \text{ keerdu.}$$

Edasi arvutatakse mähiste traatide läbimõõdud.

Primaarmähis:

$$d_1 = 0{,}025 \sqrt{I_a} = 0{,}025 \sqrt{48} = 0{,}17 \text{ mm.}$$

Sekundaarmähis:

$$d_2 = 0{,}8 d_1 \sqrt{k} = 0{,}8 \cdot 0{,}17 \sqrt{35} = 0{,}8 \text{ mm}$$

Väljundtrafo südamiku küllastumise vältimiseks peab südamiku magnetringi jätma õhupilu, nagu see on näidatud joonisel 9.6. Selle saamiseks asetatakse trafo otsmise ja südamiku plekipaki vahele vastava paksusega paber. Õhupilu $l_{\tilde{o}}$ suurus

$$l_{\tilde{o}} = \frac{w_1 I_a}{16} \cdot 10^{-5} = \frac{2284 \cdot 48}{16} \cdot 10^{-5} = 0{,}07 \text{ mm}.$$

A-klassi vastastaktastme väljundtrafo arvutamise näide. Võimsusvõimendis kasutatakse kaht lampi 6П3С, mille anoodkoormustakistus (anoodidevaheline) $R_{aa} = 6600\ \Omega$; ülekantav madalaim helisagedus $\omega_m = 100$ Hz; väljundvõimsus $P_v = 20$ V/A; valjuhääldaja võnkepooli takistus $R_{vh} = 3\ \Omega$; ühe lambi anoodvool $I_a = 65$ mA; ühe lambi anoodi vahelduvkomponendi amplituudväärtus $I_{am} = 85$ mA. Kasutada on plekid Ш-19.

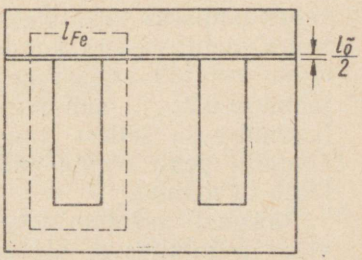
Kõigepealt leitakse väljundtrafo primaarmähise induktiivsus:

$$L = \frac{R_{aa}}{7\omega_n} = \frac{6600}{7 \cdot 100} = 9{,}5 \text{ H}.$$

Järgnevalt arvutatakse sobitustrafo raudsüdamiku ristlõige:

$$Q_{Fe} = (15 \ldots 30) \frac{P_v}{\omega_m} = 30 \frac{20}{100} = 6 \text{ cm}^2.$$

Valitakse plekid Ш-19, millede kasutamisel magnetringi pikkus on $L_{Fe} = 13$ cm.



Joon. 9.6. Väljundtrafo raudsüdamik

$$w_1 = 450 \sqrt{\frac{Ll_{Fe}}{Q_{Fe}}} = 450 \sqrt{\frac{9{,}5 \cdot 13}{6}} = 2000 =$$

$= 2 \times 1000$ keerdu.

Seejärel määratakse väljundtrafo ülekandesuhe:

$$k = \sqrt{\frac{R_{aa}}{1{,}2R_{vh}}} = \sqrt{\frac{6600}{1{,}2 \cdot 3}} = 43.$$

Sekundaarmähise keerdude arv

$$w_2 = \frac{w_1}{k} = \frac{2000}{43} \approx 46 \text{ keerdu.}$$

Edasi arvutatakse mähiste traatide läbimõõdud.
Primaarmähis

$$d_1 = 0{,}022 \sqrt[4]{I_a^2 + \frac{I_{am}^2}{2}} = 0{,}022 \sqrt[4]{65^2 + \frac{85^2}{2}} = 0{,}2 \text{ mm.}$$

Sekundaarmähis

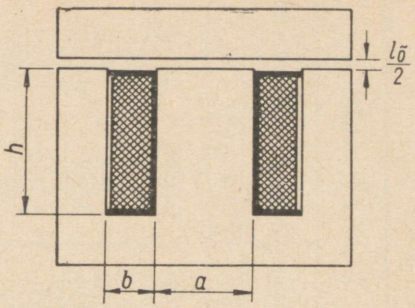
$$d_2 = 0{,}7 \sqrt[4]{\frac{P_v}{R_{vh}}} = 0{,}7 \sqrt[4]{\frac{20}{3}} = 1{,}6 \text{ mm.}$$

Õhupilu pole vaja, sest anood-alalisvoolude magnetväljad vastastikku neutraliseeruvad.

9.3. SILUMISFILTRI PAISPOOL

Alaldatud vahelduvvoolu pulseerimise ehk lainelisuse vähendamiseks kasutatakse silumisfiltreid, mis koosnevad suure mahtuvusega kondensaatoritest ja paispoolist. Viimane kujutab endast raudsüdamikuga pooli. Südamikku jäetakse 0,2 . . . 1-mm õhupilu, mis hoiab ära südamiku küllastumise ja sellest tingitud induktiivsuse vähenemise. Õhupilu peab olema seda suurem, mida tugevam vool läbib ta mähist.

Paispooli arvutamiseks peab olema teada paispooli soovitav induktiivsus, alaldatud vool ta mähises ja süda-



Joon. 9.7. Paispooli lõige

miku õhupilu suurus. Arvutuse teel leitakse südamiku ristlõige, pooli keerdude arv, traadi läbimõõt ja takistus, mähise ristlõige ja pingelang.

Järgnevalt arvutatakse näitena paispool, mille induktiivsus peab olema $L = 10$ H; alalisvoolukomponent paispooli mähises $I_0 = 100$ mA; raudsüdamiku täis-õhupilu $_{\bar{o}} = 1$ mm.

Algul määratakse raudsüdamiku ristlõige:

$$Q_{Fe} = \frac{LI_0}{20\,000 l_{\bar{o}}} = \frac{10 \cdot 100^2}{20\,000 \cdot 1} = 5 \text{ cm}^2.$$

Seejärel leitakse pooli keerdude arv;

$$w = \frac{400\,000 l_{\bar{o}}}{I_0} = \frac{400\,000 \cdot 1}{100} = 4000 \text{ keerdu.}$$

Edasi arvutatakse mähise traadi läbimõõt:

$$d = 0{,}025 \sqrt{I_0} = 0{,}025 \sqrt{100} = 0{,}25 \text{ mm.}$$

Mähise ristlõige

$$Q_{Cu} = \frac{wd^2}{100} = \frac{4000 \cdot 0{,}25^2}{100} = 2{,}5 \text{ cm}^2.$$

Saadud ristlõikele leitakse tabelist vastav plekitüüp, milleks osutub III-16, mille akna pindala on 2,8 cm^2. Järelikult jääb nüüd ruumi ka poolikeha jaoks, sest paispoolides kihtidevahelist isolatsiooni tavaliselt ei kasutata.

Tabel 9.1. **Emailisolatsiooniga vasktraatide andmeid**

Traadi läbimõõt mm	Ristlõike pindala mm²	Keerdusid ühe cm kohta	Keerdusid ühe cm² kohta [1,2]	Emailtraad: pikkus m 1 kg kohta	Takistus oomides 100 m kohta 25° C	Koormusvool amprites voolutihedusel [3]			
						1,0 A/mm²	1,5 A/mm²	2,0 A/mm²	2,5 A/mm²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,05	0,00196	167	18000	54700	892	0,00196	0,00294	0,00392	0,0049
0,06	0,00283	143	12600	38300	618	0,00283	0,00425	0,00566	0,00708
0,07	0,00385	125	10000	28200	454	0,00385	0,00578	0,00770	0,00962
0,08	0,00503	111	8200	21700	348	0,00503	0,00755	0,0101	0,0126
0,10	0,00785	87,0	5700	13800	223	0,00785	0,0118	0,0157	0,0196
0,12	0,01131	74,1	4000	9660	155	0,0113	0,0169	0,0226	0,0283
0,14	0,0154	64,5	3130	7140	114	0,0154	0,0231	0,0304	0,0385
0,15	0,0177	60,6	2800	6290	98,8	0,0177	0,0265	0,0354	0,0443
0,16	0,0201	57,2	2500	5460	87,0	0,0201	0,0301	0,0402	0,0503
0,18	0,0254	51,3	2070	4330	68,6	0,0254	0,0381	0,0508	0,0635
0,20	0,0314	45,5	1720	3500	55,7	0,0314	0,0471	0,0628	0,0785
0,22	0,0380	41,6	1400	2960	46,0	0,0380	0,0570	0,0760	0,0950
0,25	0,0491	37,1	1140	2305	35,6	0,0491	0,0736	0,0982	0,125
0,30	0,0707	30,6	810	1590	24,8	0,0707	0,106	0,141	0,177
0,35	0,0962	26,3	565	1145	18,2	0,0962	0,144	0,192	0,241
0,4	0,1257	23,3	470	896	13,9	0,126	0,187	0,251	0,314
0,5	0,1964	18,5	308	573	8,92	0,196	0,295	0,393	0,488
0,6	0,283	15,5	217	398	6,18	0,283	0,425	0,566	0,707
0,7	0,385	13,3	164	292	4,55	0,385	0,577	0,770	0,963
0,8	0,503	11,76	125	223	3,48	0,503	0,755	1,01	1,26
0,9	0,636	10,53	101	177,6	2,75	0,636	0,955	1,27	1,59

Tabel 9.1 (järg)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,0	0,785	9,52	83	141,5	2,33	0,785	1,18	1,57	1,96
1,1	0,95	8,66	69	118,5	1,84	0,950	1,43	1,90	2,38
1,2	1,13	7,94	58,5	97,8	1,55	1,13	1,70	2,26	2,83
1,3	1,33	7,35	50,5	83,8	1,32	1,33	2,00	2,66	3,33
1,4	1,54	6,85	44,5	72,3	1,14	1,54	2,31	3,08	3,85
1,5	1,77	6,41	39	63,0	0,989	1,77	2,65	3,54	4,43
1,6	2,01	6,02	35	55,4	0,870	2,01	3,02	4,02	5,03
1,7	2,27	5,71	31	49,1	0,770	2,27	3,40	4,54	5,67
1,8	2,54	5,36	28	43,9	0,689	2,54	3,81	5,08	6,35
1,9	2,84	5,12	25	39,2	0,616	2,84	4,26	5,68	7,10
2,0	3,14	4,83	23	35,5	0,557	3,14	4,71	6,28	7,85
2,5	4,91	3,90	15	22,7	0,356	4,91	7,3	9,82	12,5
3,0	7,07	3,27	10,5	15,75	0,248	7,07	10,6	14,14	17,7

[1] Et traadi isolatsiooni paksus võib muutuda, on keerdude arvud 1 cm ja 1 cm² kohta ligikaudsed.
[2] Toodud keerdude arvud 1 cm² kohta saadakse masinaga tihedalt mähituna.
[3] Kohasteks voolutihedusteks on sobitustrafodes 1,0 ... 1,5 A/mm², jõutrafodes 1,5 ... 2,0 A/mm², väga hea jahutuspinnaga väikestes jõutrafodes ja ühendusjuhtmetes 2,5 A/mm².

Tabel 9.2. **Tüüpsete Ш-kujuliste trafoplekkide andmeid**

Pleki tüüp	Mõõtmed (joon. 9.2)				
	a cm	b cm	h cm²	bh cm	l_{Fe} cm
Ш-10	1,0	0,5	1,5	0,75	5,57
Ш-10	1,0	0,65	1,8	1,17	6,45
Ш-12	1,2	0,6	1,8	1,08	5,7
Ш-12	1,2	1,6	4,8	7,68	14,7
Ш-14	1,4	0,7	2,1	1,47	7,8
Ш-14	1,4	0,9	2,5	2,25	9,0
Ш-15	1,5	1,35	2,7	3,65	10,0
Ш-16	1,6	0,8	2,4	1,92	8,9
Ш-18	1,8	0,9	2,7	2,43	10,0
Ш-19	1,9	1,7	4,6	7,82	13,0
Ш-20	2,0	1,0	3,0	3,0	11,2
Ш-20	2,0	1,8	5,6	10,1	16,0
Ш-21	2,1	1,9	3,8	7,22	14,7
Ш-22	2,2	1,4	3,9	5,46	12,4
Ш-24	2,4	1,2	3,6	4,32	13,4
Ш-25	2,5	2,5	6,0	15,0	20,4
Ш-25	2,5	3,15	5,8	18,3	21,76
Ш-26	2,6	1,7	4,7	7,99	16,9
Ш-28	2,8	2,35	5,0	11,8	19,1
Ш-30	3,0	1,5	4,5	6,75	17,0
Ш-30	3,0	2,7	5,4	14,6	20,9
Ш-32	3,2	3,6	7,2	25,9	26,6
Ш-35	3,5	2,2	6,15	13,5	22,2
Ш-40	4,0	2,0	6,0	12,0	23,0
Ш-40	4,0	3,0	7,0	21,0	26,3

Kui plekitüüp on valitud, on võimalik arvutada plekipaki paksus c (üksikpleki paksuseks on 0,35 mm).

Enne seda aga tuleb leida raudsüdamiku tegelik ristlõige arvestusega, et raua täitetegur on 0,9 (10% ristlõikest võtab enda alla plekkide isolatsioonikiht):

$$Q'_{Fe} = \frac{Q_{Fe}}{0{,}9} = \frac{5}{0{,}9} = 5{,}5 \text{ cm}^2.$$

Plekipaki paksus

$$c = \frac{Q_{Fe}}{a} = \frac{5{,}5}{1{,}6} = 3{,}5 \text{ cm},$$

kus a — valitud plekitüübi südamiku laius cm.

Südamiku koostamiseks vajalik plekkide arv

$$n = \frac{c}{d_{Fe}} = \frac{35}{0{,}35} = 100 \text{ plekki},$$

kus d_{Fe} — üksikpleki paksus.

Järgnevalt leitakse mähise keeru keskmine pikkus:

$$l_k = 2(a + 2b + c) = 2(1{,}6 + 2 \cdot 1 + 3{,}5) = \\ = 14{,}2 \text{ cm} = 142 \text{ mm}.$$

Seejärel arvutatakse mähise takistus:

$$R_{Cu} = \frac{0{,}0002 w l_k}{d} = \frac{0{,}0002 \cdot 4000 \cdot 124}{0{,}25} = 454{,}4 \ \Omega.$$

Lõpuks leitakse pingelang paispooli mähises:

$$\Delta U = \frac{R_{Cu} I_0}{1000} = \frac{454{,}4 \cdot 100}{1000} = 45{,}4 \text{ V}.$$

Paispooli südamikuks tuleb kasutada joonisel 9.2, *a* näidatud plekitüüpi. Joonisel 9.2, *b* kujutatud plekkidest südamikku koostada ei sobi, sest sel puhul ei saa tekitada õhupilu.

10. peatükk

RAADIOVASTUVÕTJATE KORRASTAMISEKS VAJALIKUD MATERJALID JA TÖÖVÕTTED

10.1. LIIMID, VÄRVID, KITID JA MUUD AINED

Sündeetikon. Sündeetikon on niiskuskindlam kui tavaline tisleriliim. Sündeetikoni võib koostada valmiskeedetud tisleriliimist kolmel viisil.

1. Vedelale kuumale tisleriliimile lisatakse 10% pulbriks hõõrutud kaaliumbikromaati või 3% kroommaarjast.

2. Paksule kuumale tisleriliimile lisatakse iga 100 g kohta üks teelusikatäis kanget äädikhapet (80%). Mõlemal juhul tuleb liimi segada ning lasta veel kord keema. Et kuivanud sündeetikoni ei saa enam veega lahustada, siis tuleb valmistada neid liime ainult nii palju, kui on tarvis ettenähtud tööks. Vedelal kujul on nad säilitatavad hermeetiliselt suletud nõus.

3. Naha, metalli ja papi liimimiseks (näiteks suure võimsusega valjuhääldaja membraani liimimiseks elastselt korvi külge) kasutatakse järgmise koostisega sündeetikoni: kuumas tisleriliimis lahustatakse iga 100 g liimi kohta 3 g kroommaarjast ja 3 g glütseriini.

Punktides 1 ja 3 kirjeldatud kroomsooladega liimid riknevad valguse mõjul ning muutuvad vees lahustumatuteks. Seepärast peab neid liime hoidma pimedas.

Veekindlad liimid. Niiskus- ja veekindla liimi valmistamiseks segatakse tisleriliimi hulka värnitsat või linaõli järgmiselt: 160 g vees lastakse paisuda 100 g kuiva tisleriliimi, mida pärast kuumutatakse veenõus. Nüüd lisatakse pidevalt liimi segades peenikese joana naturaalset värnitsat. Mida enam lisatakse värnitsat, seda vedelam tuleb liim ning seda kauem ta kuivab. See-eest on ta aga

niiskuskindlam. 100 osa kuiva liimi kohta tuleb võtta 5...10 osa värnitsat.

Veekindla ja kiirelt kuivava liimina, eriti tselluloidesemete jaoks, leiab laialdast kasutamist nitroliim. Et nitroliim on vedelas ja ka kuivanud olekus tuleohtlik, siis ei tohi seda liimi kasutada raadioseadmete kuumenevate osade (näiteks võrgu- ja sobitustrafode ja paispoolide poolikehade) liimimiseks. Veekindlate ja isoleerivate liimidena võib kasutada ka nitrolakke ja -värve.

Heade isoleerivate ja kleepimisomadustega on šellakliim, mis saadakse šellaki sulatamisel piirituses. Valmis liim peab olema ligikaudu kuuma tisleriliimi paksune. Šellakliim kõlbab poolikehade valmistamiseks ning kummi liimimiseks metallile. Vedelamat šellakliimi (lakki) võib kasutada mitmesuguste mähiste immutamiseks.

Muid liime ja kitte. Järgnevalt tuuakse mitmesuguste spetsiaaltöödeks kasutatavate liimide ja kittide retsepte.

1. Pooli keerdude kinnitamiseks aluse külge kasutatakse eduga koloodiumi, bakeliit- või veelgi parem polüstüroolliimi. Viimase valmistamiseks lahustatakse tükeldatud polüstürooli (trolituuli), milleks võib kasutada sellest ainest valmistatud kõrgsageduspoolide kehasid, bensoolis. Polüstüroolliim on väga kaovaene, mistõttu seda võib kasutada ka ULL-poolide liimimiseks.

2. Orgaanilise klaasi liimimiseks tarvitatakse diklooretaani, millega lahustatakse liimimisele kuuluvaid pindu seni, kuni nad muutuvad pehmeks. Seejärel surutakse pinnad külgnihkega (libistades) teineteise vastu nii, et liimitavate pindade vahele ei jääks õhumulle. Pärast kuivamist (20...30 tundi) on liide sama tugev kui terve tükk. Sellest klaasist toodete ühendamiseks võib kasutada ka diklooretaanliimi, mis saadakse peenestatud orgaanilise klaasi lahustamisel diklooretaanis.

3. Kitt metalli liimimiseks ja ühenduskohtade pahteldamiseks on järgmise koostisega (grammides):

Pliisilu	20
Grafiiti	20
Põletatud lupja	20
Kriidipulbrit	40
Värnitsat	80

4. Kuumuskindla kiti valmistamiseks segatakse kokku talgipulbrit ja vesiklaasi kuni hapukoore paksuse massi saamiseni. Seesugune kitt kõvastub ligikaudu 1 kuni 2

tunni jooksul. Pärast täielikku kuivamist võib kitt taluda 400 ... 500° kuumust.

5. Kõrgsagedus-raudsüdamike asendi muutumise vältimiseks pärast nende reguleerimist häälestamisel kasutatakse tavalist parafiini, millega valatakse südamikud kinni. Niisuguse kinnitusviisi juures ei ole vastuvõtja uuel häälestamisel sageli võimalik raudsüdamikke pöörata. Otstarbekohasem on südamike sidumiseks poolikehaga tarvitada spetsiaalmassi, mida valmistatakse järgmiselt. Kampol sulatatakse veesärgiga nõus ning lisatakse talle segamisega juurde riitsinusõli. Sel teel saadakse veniv mass. Kui see on jahtunult liialt paks või vedel, tuleb lisada vastavalt juurde kas riitsinusõli või kampolit. Sellise massiga määritakse enne häälestamist kokku poolialuse keermestus. Niiviisi valmistatud mass ei kivine, kuid ei lase oma sitkuse tõttu ka südamikel nihkuda. Seda massi võib raadioalastel jootmistel hea eduga kasutada ka jootepastana.

Värvid ja lakid. Raadioseadmete korrastamisel tuleb sageli kasutada värve ja lakke.

Alumiiniumvärvi tarvitatakse šassiide, trafode raudsüdamike ja teiste roostetamist kartvate raudosade katmiseks. Teda võib valmistada vedeldatud nitroliimile või heledale õli-vaigulakile alumiiniumpulbrit hulka segades. Metallosade katmisel ei tohi see värv olla liialt paks ega vedel. Esimesel juhul jäävad värvitaval esemel näha pintslijäljed, teisel juhul eseme aluspõhi. Paras paksus on värvil siis, kui pintslitõmbe järel jääb kaetavale pinnale ühtlane puhas triip. Ühtlaseima värvitud pinna saab värvimispüstoli või pihusti kasutamisel. Sel puhul peab värv olema küllalt vedel ja filtreeritud ning värvida tuleb mitu korda.

Korrastustöödel sobivad kasutada ka nitroemailid ja -lakid. Esimesi turustatakse väga mitmesugustes värvitoonides. Need emailid ja lakid on heade katte- ja isoleeromadustega ning niiskuskindlad. Katta võib nendega nii puit- kui metallesemeid. Värvkatte uuendamiseks on vana värvi või lakki hõlpus nitrolahustis immutatud riidetopiga maha pesta.

Õlilakke saab kasutada raadiovastuvõtjate poleerimata kastide katmiseks. Heledamad õlilakid jätavad kaetavale pinnale õhukese läbipaistva kelme ning ei värvi eset. Tumedamad lakid annavad kergelt kollase värvuse. Kui on tarvis anda kaetavale pinnale tumedamat värvust, tuleb

seda enne lakiga katmist peitsida. Õlilakki tuleb peale kanda õhukese kihina, sest vastasel korral kuivab lakk väga pikkamööda ja jääb kleepuvaks. Tugevama katte saamiseks võib eset mitu korda õhukeselt lakkida. Õlilakid kuivavad olenevalt nende koostisest 1 ... 3 ööpäeva kestel. Kui lakitud pind jääb pärast kuivamist kergelt kleepuvaks, on soovitatav seda hõõruda niiske puhta lapiga.

Piirituslakid nagu õlilakidki on sobivad vastuvõtjate poleerimata kastide katmiseks. Neid lakke valmistatakse mitmevärvilistena (punane, kollane, must jm.). Piirituslakkide eeliseks on nende kiire kuivamine, mis toimub tavaliselt 1 ... 3 minuti jooksul. Vesi jätab piirituslakiga kaetud pindadele valge kirmega plekid, mida on võimalik kas täielikult või osaliselt kõrvaldada petrooleumiga.

Muid aineid. Raadioseadmete remondipraktikas tuleb mitmesuguseks otstarbeks sageli kasutada alljärgnevaid aineid.

1. Parafiini või naturaalvaha tarvitatakse kõrgsagedusraudsüdamikkude kinnitamiseks poolikehas. Samuti kasutatakse neid aineid poolide ja kondensaatorite immutamiseks niiskuse vastu. Immutamiseks asetatakse ese parafiini- või vahavanni. Parafiinil kui isoleermaterjalil on kõrgsagedustehniliselt väga väärtuslikud omadused. Ta suureks puuduseks on aga madal sulamistemperatuur (50 ... 55°). Vaha on soojendatult palju plastilisem kui parafiin.

2. Värvilised lakid, eriti kiirelt kuivavad ning piirituses lahustatavad, leiavad kasutamist trimmerite, kruvide ja mutrite kinnitamiseks ning jootekohtade kaitsmiseks välismõjude vastu.

3. Atsetooni või amüülatsetaati tarvitatakse tselluloidi ja nitrolakkide või -värvide lahustusvahendina ning kruvide ja mutrite lahtisulatamiseks.

4. Kloraalhüdraat (4 osa kristalset kloraalhüdraati lahustatakse 1 osas vees) lahustab emailisolatsiooni, mistõttu selle ainega puhastatakse kõrgsageduslitse jootmisele kuuluvaid otsi, mida leotatakse nimetatud lahuses paari tunni vältel. Seejärel pühitakse juhtmelt sulanud emailikiht maha. Kloraalhüdraadi lahus ei ole lenduv.

5. Süsiniktetrakloriidiga puhastatakse lainelüliti kontakte, pöördkondensaatorite laagreid ja üldse igasuguseid libisevaid kontakte.

6. Petrooleumiga leotatakse kinniroostetanud mutreid

ja kruvisid nende lahtikeeramisel ning kõrvaldatakse veeplekke vastuvõtjate poleeritud kastidelt.

7. Kondiõli kasutatakse raadiovastuvõtjate liikuvate osade (skaalaosuti nööririataste, pöördkondensaatori laagrite, potentsiomeetri ja lainelüliti võllide jne.) määrimiseks.

8. Vaseliiniga määritakse suurema pinnaga kokkupuutuvaid ja liikuvaid osi, näiteks laineastmiku ja helitämbri näitajate ning nupphäälestussüsteemi hoobasid jne. Peale selle kasutatakse vaseliini raudosade katmiseks roostetamise vastu.

9. Šellakit, mööblipolituuri ja poonvaha tarvitatakse raadiovastuvõtjate kastide välimuse värskendamiseks. Šellakiga kaetakse kastide väiksemad vead (sügavad pinnakriimustused, väiksemad augud ning praod jne.). Pärast poleerimist on need vead tavaliselt vähe märgatavad. Mööblipolituuriga saab kasti uuesti poleerida. Luitunud välimusega mittepoleeritud kast saab pärast poonvaha õhukese kihiga ülehõõrumist palju uuema välimuse.

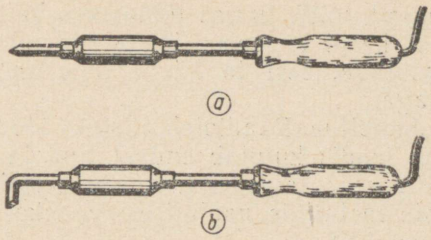
10.2. JOOTEVAHENDID JA JOOTMINE

Üldist. Joodete kvaliteedist sõltub suurel määral raadioseadmete edaspidine häireteta töö. Enamik isevalmistatud raadiovastuvõtjate riketest on põhjustatud halbadest jootekohtadest. Ka tehastes toodetud vastuvõtjates esineeb jootest tingitud vigu.

Raadioalaste tööde juures kasutatakse jootmisel kergesti sulavate metallide sulameid, nn. pehmeid joodiseid, mille sulamistemperatuur on alla 300°.

Peale joodise on jootetöödel veel vajalikud jootetõlvik (jootekolb) ja räbusti. Jootmise üldine töökäik seisab selles, et kuuma tõlvikuga kantakse jootekohale sulanud joodis, mis valgub joodetavate osade vahele ning pärast jahtumist moodustab seal niihästi hea elektrilise kontakti kui ka küllaldase mehaanilise tugevusega ühenduse. Räbusti ülesandeks on kaitsta varem puhastatud jootekohta ja joodist kuumuse mõjul oksüdeerumise eest, sest joodis ühendab ainult täiesti puhtaid pindu.

Jootetõlvikud. Tõlvik koosneb vaskvardast, nn. jootepeast, raudtorust, mille ühes otsas on jootepea ja teises käepide, ning toru ümbritsevast küttekehast. Sõltuvalt



Joon. 10.1. Elektri-jootetõlvikud:
a — otspeaga, *b* — külgpeaga

jootepea kujust eristatakse ots- ja külgjootetõlvikuid (joon. 10.1).

Raadiomontaažitöödel on ühenduste jootmiseks otstarbekas kasutada jootetõlvikut võimsusega 50 ... 100 W, kusjuures raskesti juurdepääsetavates kohtades tuleb kasutada külgpeaga tõlvikut. Suuremate pindade või massiivsete osade jootmiseks sobiva tõlviku võimsus peab olema üle 100 W.

Eduka jootmise üheks põhitingimuseks on see, et jootetõlviku pea oleks alati puhtalt tinatatud. Kui jootepea ots on tõlviku pikaajalise tarvitamise järel muutunud konarlikuks (sisse põlenud), tuleb teda algul puhastada viiliga või puuklotsi ümber keeratud liivapaberiga, ja siis vool sisse lülitada. Kui jootepea on veidi soojenenud, tuleb ta töötav osa katta kampolikihiga. Jootepea soojenemisel vajaliku määrani hõõrutakse tõlviku otsa joodisepulgakesega, kuni joodis katab pea töötava osa ühtlase kihina. Kui tõlviku pea ei võta joodist külge, siis on ta kas liialt must või üle kuumenenud.

Tõlviku võib jootmiseks ette valmistada veel järgmiselt. Happekindla massiga immutatud madalasse pappkarpi pannakse salmiaagipulbrit ja tambitakse kõvasti kinni. Nüüd immutatakse salmiaak tsinkkloriidi lahusega (mille saamiseks segatakse võrdsed kogused soolhapet ning vett ja lahustatakse selles tsinki kuni küllastatud lahuse saamiseni). Seejärel pannakse saadud segu sooja kohta kuivama. Kahe-kolme päeva jooksul kuivab salmiaak ning karpi tekib kõva kristalliseerunud mass. Järgnevalt raputatakse viimase pinnale veidi joodise laaste või väikeseid tükke. Seega on tõlviku puhastusmass valmis. Tõlviku pea tinatamiseks tuleb teda kuumenenud olekus hõõruda sellel

massil, mille juures töötav ots kattub joodisega. Raudplekist karpi ei saa nimetatud puhastusmassi hoidmiseks kasutada, sest ta hävib selle keemilisel mõjul lühikese ajaga.

Jootetina. Raadiotehnilisteks töödeks kasutatav jootetina ehk joodis kujutab endast tina ja plii (seatina) sulamit. Viimase sulamistemperatuur sõltub ta koostisesse kuuluvate metallide kaalulisest vahekorrast, nagu seda näitab tabel 10.1.

Tabel 10.1. **Joodiste koostisi**

Sulamis-temperatuur °C	Tina kaaluosades	Plii kaaluosades
270	1	3
260	3	7
240	1	2
216	1	1
190	12	7
181	16	9

Tabelis näidatud joodised on kõik jootmiseks kõlblikud, kuid õige joodise valik annab monteeritud skeemile korraliku välimuse ning kiirendab jootmistöö kulgemist. Joodiseid valitakse sõltuvalt montaažijuhtmete läbimõõdust: mida peenem juhe, seda madalam peab olema joodise sulamistemperatuur ja vastupidi. Väga väikese läbimõõduga vaskjuhtmete jootmiseks tuleb kasutada joodist, mille sulamistemperatuur ei ületa 150° C. Seesuguste sulamite retsepte on palju, kuid peaaegu kõik nad sisaldavad raskesti hangitavat vismutit ja kaadmiumi. Järgnevalt on toodud 86° C juures sulava joodise koostis kaaluosades, milles ei ole viimati nimetatud metalle:

Tina 4
Pliid 2
Elavhõbedat 1

Enamikul juhtudel kasutatakse raadioseadmete ehitamisel ja korrastamisel joodist mark ПОС-64, mis koosneb 64% tinast ja 36% pliist (vastavalt 16 ja 9 osa). Selle joodise sulamistemperatuur on 181° C ning ta kõlbab väga mitmesuguste metallide kokkujootmiseks. Peale selle jätab

joodis ПОС-64 jahtunult jootekohale ilusa, läikiva ja mitteoksüdeeruva pinna.

Räbustid. Kokkujootmisele kuuluvate osade pinnad peavad olema piinlikult puhtad, sest vastasel korral joodis ei ühine metalliga. Kuid mehaaniliselt puhastatud pinnad oksüdeeruvad soojuse ja õhuhapniku mõjul otsekohe, kui tõlvikuga puudutatakse joodetavat kohta. Aineid, mis kaitsevad jootmisel puhastatud pindu või neid isegi puhastavad, nimetatakse räbustiteks. Viimaste sulamistemperatuur peab olema tunduvalt madalam kui tarvitataval joodisel.

Oma toimelt jagatakse räbustid kahte liiki: ühed, mis sulatavad oksüüdikilesid metallidel või isegi metalli, ja räbustid, mis kaitsevad puhastatud metalli jootmisel oksüdeerumise eest. Esimesse räbustite liiki kuulub põhiliselt tsinkkloriid, teise aga kampol.

Raadiotehniliste jootmiste juures tuleb räbustina kasutada kampolit. Kõik teised, nn. happelised räbustid (tsinkkloriidiga) ühendusjuhtmete ja üksikosade jootmiseks ei kõlba, sest nad tekitavad jootekohas korrosiooni, mille tagajärjel vask ja messing muutuvad roheliseks ning raud roostetab. Eriti on see kardetav peenikeste traatide (poolide otsad) külgejootmisel, mis jootekohal korrosioonist «läbisööduna» aja jooksul katkevad.

Kampolit kasutatakse kas tükkidena, pulbrina või piirituses lahustatuna. Eriti käepärane on kasutada kampolilahust, mille valmistamiseks lahustatakse pulbristatud kampolit piirituses (ka denaturaadis) nii palju, et saadav vedelik oleks õmblusmasina õli paksusega. Liiga vedel kampolilahus ei jää jootekohale püsima, liiga paks aga jätab pärast jootmist sinna inetu musta kihi. Paras lahus sisaldab ligikaudu 25% kampolit.

Laialdase poolehoiu on võitnud mitmesugused pastataolised räbustid, nn. jootepastad. Nende kasutamisel peab aga olema ettevaatlik, sest nad sisaldavad tavaliselt tsinkkloriidi, mis hiljem tekitab jootekohal korrosiooni. Kui aga jootekoht pärast jootmist puhastada piirituse või atsetooniga immutatud vatitopiga, siis võib seesuguseid jootepastasid kasutada mitte liiga peenikeste traatide jootmiseks. Selline jootepasta lahustab metalli katva oksiidikile ja ühtlasi kaitseb jootekohas varem puhastatud pindu. Seega pole sellise jootepasta tarvitamisel kokkujoodeta-

vaid pindu eriti vaja puhastada, kui nad ei ole liialt mustunud.

Raadiotehniliste montaažtööde juures võib teatud ettevaatusega kasutada nn. glütseriin-jootepastat, mille koostis kaaluprotsentides on järgmine:

Värtnaõli	48
Naturaalvaha	12
Kampolit (heledat)	15
Glütseriini	15
Tsinkkloriidi küllastatud lahust	10

Pasta valmistatakse järgmiselt: algul sulatatakse kampol, siis lisatakse värtnaõli, vaha, glütseriin ja viimasena tsinkkloriidi lahus. Ainete lisamisel peab pastat pidevalt kuumutama ja segama.

Valgepleki jootmiseks on kõige sobivam kasutada järgmise koostisega (kaaluosades) jootepastat:

Kampolit	15
Loomarasva (magedat)	50
Vaseliinõli	10
Salmiaaki (hästi pulbristatud)	25

Pasta valmistamiseks sulatatakse kampol koos 25 g rasvaga, ilma edasise soojendamiseta lisatakse ülejäänud rasv ning lastakse see sulada. Seejärel lisatakse juurde vaseliinõli ja salmiaagipulber. Saadud massi segatakse jahtumiseni.

Vaske, messingit ja tsinki saab joota järgmise retsepti kohaselt valmistatud jootepastaga (koostis kaaluprotsentides):

Kampolit (heledat)	18
Stearііni	32
Oleiini	20
Tsinkkloriidi ja ammooniumkloriidi küllastatud lahust (vahekorras 3 : 1)	30

Retseptis toodud ained segatakse järgmiselt: kampol ja stearііn sulatatakse ning eemaldatakse tulelt. Siis lisatakse oleiin ja vähese jahtumise järel peenikese joana soolade leige lahus. Massi tuleb pidevalt segada, kuni ta muutub salvi paksuseks.

Toodud retseptide jootepastad on kõik ette nähtud jootmiseks madalamatel temperatuuridel, seetõttu tuleb nendega jootmisel kasutada vastava sulamistemperatuuriga joodist, näiteks marki ПОС-64 või ПОС-61.

Raadiopraktikas esineb sageli tarvidus kokku joota suurepinnalisi ja massiivseid rauast esemeid (šassiid, trafode magnetvarjeid jne.). Sel puhul on kõige parem räbustiks kasutada tsinkkloriidi lahust, mida valmistatakse järgmiselt. Klaaspurki valatakse soovitav kogus soolhapet ja sama palju vett ning lastakse sinna sisse tsingitükikesi (näiteks taskulambipatarei tsinkpurgi tükke). Tsinki tuleb happesse lisada seni, kuni lõpeb vesiniku eraldumine. Nüüd filtreeritakse vedelik läbi vati ja kallatakse laiapõhjalisse pudelisse (väike tindipudel), mille kummikorgist on läbi pistetud puupulgake jootevedeliku kandmiseks jootekohale. Seda räbustit saab kasutada kõigi pliitinajoodiste puhul.

Pärast jootmist tsinkkloriidräbustitega tuleb jootekoht korrosiooni vältimiseks puhastada söögisooda lahuses immutatud vati või lapiga.

Jootepasta, mille abil peale teiste metallide saab eduga joota ka alumiiniumi, koosneb ühealuseliste rasvhapete ja kampoli sulamist. See räbusti ei määri kokkujoodetavate juhtmete otstes isolatsiooni ning peale jootmist on ta pintsettide vahele võetud vati või riidetükikesega jootekohalt hõlpsasti eemaldatav. Nimetatud räbusti kasutamisel ei ole isegi tarvilik, et jootmisele kuuluvad pinnad oleksid üle tinatatud või eriti puhtad, sest sulanud olekus on pasta väga voolav ning aktiivne oksiidide sulataja. Ka ei tekita kirjeldatav räbusti jootekohal korrosiooni, mistõttu ta on sobiv kõigil raadioalastel jootmistel, sealhulgas ka kõrgsageduslitse või peenikeste traatide jootmiseks.

Selle jootepasta koostis kaaluprotsentides on järgmine:

Steariinhapet	15
Palmitiinhapet	13
Oleiinhapet	22
Kampolit	50

Nimetatud ained sulatatakse kokku temperatuuril 100° C. Kõige parem on seda teha keeduklaasis, mis asetseb keeva vee anumas. Sulanud rasvad ja kampol tuleb klaaspulgaga hästi läbi segada. Pärast hangumist muutub sulam salvitaoliseks massiks, mille tihedust võib muuta kampoli või retseptis toodud rasvhapete vastava hulga vähendamise või suurendamisega.

Et aga vajalike rasvhapete hankimine võib olla seotud raskustega, siis lihtsam tee on neid valmistada ise loom-

sest rasvast keedetud suhteliselt kuivast majapidamisseebist. Selleks tuleb seep lõigata võimalikult väikesteks tükkideks ning keeta emailitud või klaasist nõus kooretaoliseks massiks. Seejärel kallatakse kuuma lahusesse, viimast klaaspulgaga pidevalt segades, soolhapet. Hapet peab lisama liiaga, sest teisiti ei eraldu kõik vajalikud rasvhapped. Soolhappe liiga näitab sinine lakmuspaber, mis lahuses muutub punaseks, või väike näputäis söögisoodat, mis lahuses hakkab süsihappegaasi eraldumise tõttu kihisema. Toimunud reaktsiooni tõttu eralduvad rasvhapped, mis kerkivad lahuse pinnale. Et neis sisaldub soolhapet, siis viimasest täielikuks vabanemiseks tuleb rasvhappeid hoolikalt pesta kuumas vees. See toimub järgmiselt: kui rasvhapped on tõusnud üles, jahutatakse lahust külmas vees seni, kuni happed hanguvad. Nüüd torgatakse tuletiku või pilpaga hangunud «kaande» paarkolm auku ning valatakse nende kaudu lahus välja. Seejärel kallatakse hangunud rasvhapetele keeva vett ja segatakse sulanud happed ja vesi hästi läbi. Edasi jahutatakse jällegi lahust, mistõttu tekib anumasse rasvhapete kaas, kallatakse välja viimase all olev soolhappene vesi ning korratakse pesemist veel paar korda. Lõpuks eraldatakse rasvhappeist vesi.

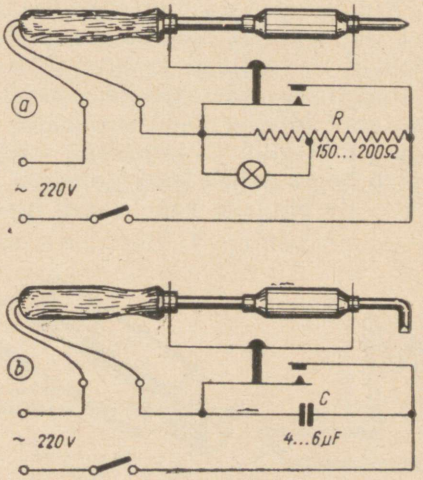
Saadud rasvhapete suhteline koostis on ligikaudu sama, mis on toodud pasta retseptis. Järgnevalt tuleb rasvhapped kaaluda ning lisada juurde võrdne kaaluosa kampolit.

Pasta katselisel valmistamisel võeti 300 ml vett, 75 g kollast majapidamisseepi ja 30 ml tehnilist, kontsentreeritud soolhapet. Rasvhappeid saadi 45 g ning kampolit lisati 35 g. Tuleb arvestada, et eraldunud rasvhapete kogus sõltub seebi kontsentratsioonist ning koostisest, mistõttu toodud andmed on ligikaudsed.

Jootmine. Kindla ja puhta joote saamise esimeseks tingimuseks on joodetavate pindade puhtus. Kui jootmisele kuuluvad pinnad on eriti mustad, tuleb neid algul puhastada kas viili või kaabitsaga ja seejärel liivapaberiga. Järgnevalt peab joodetavad pinnad tinatama. Joodisega kaetud pinnad ühenduvad jootmisel teineteisega palju hõlpsamalt ja kindlamalt. Pinna tinatamiseks määritakse ta õhukeselt räbustiga üle ning kuuma tõlviku peaga hõõrutakse tema pinnal laiali. Jootmisele eelnev tinatamine ei ole vajalik juhul, kui joodetavad pinnad on täiesti puhtad (isolatsioonist vabastatud traadiots, valge- ja tsink-

plekk, puhtad messingist jootelibled jne.) ning kasutatakse vastavat räbustit.

Tõlvik peab jootmiseks olema küllalt kuum, et kuumendada joodist ja jootekohta temperatuurini, mis tunduvalt ületab joodise sulamistemperatuuri. Kuid tõlvik ei tohi olla ka liiga kuum, sest siis põleb selle töötavalt otsalt tinutis ära ja ta ei võta enam joodist külge; kui aga proovitaksegi sellise tõlvikuga joota, aurustub räbusti jootekohalt, viimane kuumeneb üle, oksüdeerub ja joodis ei hakka sinna külge. Juhul kui joodetakse kinni isoleeritud traadi otsi, põleb või sulab ära nende isolatsioon ning üksikosad (takistid, plokk-kondensaatorid) kuumenevad üle ja võivad rikneda. Samuti ei tohi joota ka vähe kuumenenud tõlvikuga, mille puhul joodis täielikult ei sula ega voola jootekoha pindade vahele. Sel puhul määritakse tõlvikuga jootekohale pudrutaolist joodist, mis ei taga head elektrilist kontakti ega jootekoha mehaanilist tugevust. Raadioseadmetes esineb väga palju raskesti avastatavaid vigu just seesuguste «külmade» jootekohtade tõttu. Need vead on raskesti leitavad seepärast, et sageli niisugune jootekoht kord annab, kord ei anna ühendust.

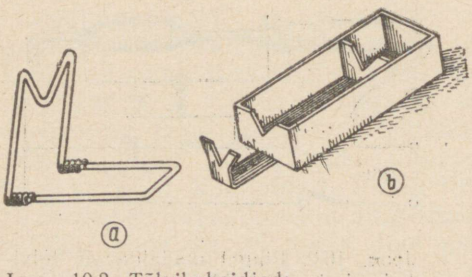


Joon. 10.2. Pinget madaldavate tõlvikuhoidjate skeemid:
a — takistiga, *b* — kondensaatoriga

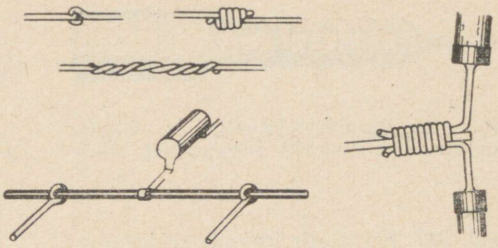
Et tavaliselt elektritõlvikud jootmiste vaheaegadel kuumenevad üle, mistõttu hävib nende töötava osa tinutis, tuleb need ajutiselt võrgust välja lülitada. Veel parem on kasutada pinget madaldavaid tõlvikuhoidjaid. Need kujutavad endast harki, millele töövaheaegadel asetatakse tõlvik. Viimase raskuse mõjul vajub hark alla ning ühendab tõlvikuga järjestikku kas takisti või kondensaatori, mis tekitavad tõlviku vooluringis pingelangu. Kui kasutatakse 60-W võimsusetarbega tõlvikut, siis 50-V pingelangu saamiseks tuleb 220-V võrgupinge korral tõlvikuga järjestikku ühendada kas traattakisti takistusega 200 Ω ja taluvvõimsusega vähemalt 15 W või paberdielektrikuga kondensaator mahtuvusega ligikaudu 5 μF. Viimane moodus on parem, sest pinge madaldamisel ei teki asjatut energiakadu. Tõlvikuhoidjaks võib eduga kasutada vanematüübiliste lauatelefoniaparaatide kesta koos telefonitoru hargiga. Kesta monteeritakse sel puhul kas takisti või kondensaator. Et teada, kas tõlvik on nimi- või madaldatud pinge all, on soovitav takisti osa külge ühendada vastava pingega (näiteks 6,3 V) hõõglamp, mis põleb siis, kui tõlvik on asetatud hargile. Joonisel 10.2, *a* on toodud takistiga ja 10.3, *b* kondensaatoriga pinget madaldavate tõlvikuhoidjate skeemid.

Kui ei kasutata pinget madaldavaid tõlvikuhoidjaid, tuleb kuum tõlvik töövaheajal panna mingile metallalusele. Selleks on sobivad joonisel 10.3 näidatud tõlvikuhoidjad.

Jootmiseks võetakse hästi tinatatud ja normaalselt kuumutatud tõlviku töötavale otsale tilk joodist ning viiakse see puhastatud ja räbustiga kaetud jootekohale. Tõlvikut tuleb hoida selles kohas niikaua, kuni joodis jookseb joodetavate pindade vahel laiali ning jätab sinna puhta pin-



Joon. 10.3. Tõlvikuhoidjad:
a — traadist, *b* — karbikujuline



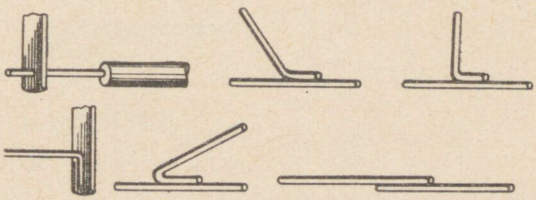
Joon. 10.4. Mehaaniliselt tugevdatud jootekohad

naga madala tilga. Kui jootmine millegipärast ei õnnestu, tuleb korduvaks jootmiseks jootekoht puhastada ning uuesti katta räbustiga.

Et jootekoht oleks mehaaniliselt tugev, ei tohi joodetavad üksikosad joodise jahtumise ajal liikuda. Selleks on vaja ühte sõlme joodetavad üksikosad, näiteks ühendusjuhtmed, siduda omavahel kokku puhta peenema traadiga või kinnitada need üksteise külge aasadega nii, nagu see on näidatud joonisel 10.4.

Sageli, näiteks katseskeemide jootmiseks, on tarvilik, et jootekohad oleksid hõlpsasti lahtijoodetavad. Sel puhul ei kasutata ühenduskohtades mehaanilist kinnitust, vaid juhtmed ja üksikosad ühendatakse üksteise külge ainult joodise abil, kuid nii, et nende pinnad kataksid teineteist 6 ... 12 mm pikkuselt, nii nagu see on kujutatud joonisel 10.5. Seesugune pikkus tagab täielikult joote mehaanilise tugevuse.

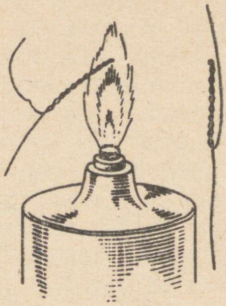
Väikeste üksikosade ja peenikeste traatide jootmiseks



Joon. 10.5. Hõlpsasti lahtijoodetavad ühendused



Joon. 10.6. Peenikeste traatide ja väikeste üksikosade jootmiseks kohandatud tõlvik



Joon. 10.7. Peenikeste traatide kokkukeevitamine

keeratakse tõlviku pea ümber spiraalselt 2 . . . 3 mm jämedune vasktraat, mille töötav ots ei tohi olla tõlviku peast kaugemal kui 10 . . . 15 mm (joon. 10.6). Soojuse paremaks edasiandmiseks tuleb üle tinutada niihästi spiraali keeratud traat kui ka tõlviku pea pind kogu spiraali ulatuses.

Väga peenikesi traate (0,03 . . . 0,07 mm läbimõõduga) ei ole soovitav tõlvikuga kokku joota, sest neid ei ole sageli võimalik puhastada emailisolatsioonist, ilma et ei rikutaks traadi terviklust. Need traadid ühendatakse keevituse teel. Selleks keeratakse isolatsioonist puhastamata traadi otsad keerdu, lõigatakse ühetasaseks ning kuumendatakse piirituslambi leegil. Seejuures traatide otsad sulavad ning moodustavad väikese kerakese. Kokkukeeratud traat koos kerakesega painutatakse piki traati ning isoleeritakse kondensaatorpaberiga. Nimetatud töövõtet selgitab joonis 10.7.

LISAD

LISA 1. ELEKTRONLAMPIDE ELEKTRILISI ANDMEID JA SOKLIÜHENDUSI

Elektrilised andmed

Sokli nr.	Tüüp	Nimetus
	Detekteerimisdioodid	
1.	6X2П	Kaksikdiood
2.	6X6C	Kaksikdiood
3.	12X3C	Kaksikdiood
	Pingevõimendustrioodid, kaksiktrioodid ja kaksikdioodid-trioodid	
4.	1C12П	Ülikõrgsagedustriood
5.	УБ-240	Madalsagedustriood
6.	CO-243	Madalsagedus-kaksiktriood
7.	6C1Ж	Tõrutriood
8.	6C1П	Ülikõrgsagedustriood
9.	6C2П	„
10.	6C2C	Madalsagedustriood
11.	6C3П	Kõrgsagedustriood
12.	6C4П	„
13.	6C5C	Madalsagedustriood
14.	6Ф5	Triood
15.	6H1П	Kaksiktriood
16.	6H2П	„
17.	6H3П	Kaksiktriood
18.	6H4П	„
19.	6H5П	„
20.	6H6П	„
21.	6H8C	„
22.	6H9C	„

Sokli nr.	Tüüp	Nimetus
23.	6Н10С	Kaksiktriood
24.	6Н14П	„
25.	6Н15П	„
26.	6Г1	Kaksikdiood-triood
27.	6Г2	„
28.	6Г3П	„
29.	6Г7	„
30.	6Е5С	Optiline häälestusindikaator
31.	6Е1П	„
32.	12Г1	Kaksikdiood-triood
33.	12Г2	Kaksikdiood-triood
34.	12С3С	Ülikõrgsagedustriood
	Võimsustrioodid ja -kaksiktrioodid	
35.	2С4С	Võimsustriood
36.	6С4С	Võimsustriood
37.	1Н3С	Kaksiktriood
38.	6Н5С	Kaksiktriood
39.	6Н7С	Kaksiktriood
	Pingevõimenduspentoodid, kaksikdiood ja diood-pentoodid	
40.	1Б1П	Diood-pentood
41.	1Б2П	„
42.	2Ж2М	Kõrgsageduspentood
43.	2К2М	„
44.	2Ж27П	„
45.	6Б2П	Kaksikdiood-pentood
46.	6Б8С	„
47.	6Ж1Ж	Ülikõrgsageduspentood
48.	6Ж1П	„
49.	6Ж2Б	Kõrgsageduspentood
50.	6Ж2П	„
51.	6Ж3	„
52.	6Ж3П	Ülikõrgsageduspentood
53.	6Ж4П	Kõrgsageduspentood
54.	6Ж4	„
55.	6Ж5П	„
56.	6Ж6С	„
57.	6Ж7	Pentood
58.	6Ж8	„
59.	6Ж9П	Kõrgsageduspentood
60.	6Ж11П	„
61.	6Ж20П	Ülikõrgsageduspentood
62.	6Ж21П	„

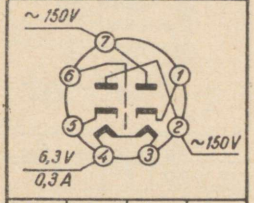
Sokli nr.	Tüüp	Nimetus
63.	6Ж22П	Ülikõrgsageduspentood
64.	6К1Ж	„
65.	1К1П	Kõrgsageduspentood
66.	1К2П	„
67.	6К1П	Ülikõrgsageduspentood
68.	6К3	Kõrgsageduspentood
69.	6К4	„
70.	6К4П	„
71.	6К7	„
72.	6К9С	„
73.	12Ж8	„
74.	12К3	„
75.	12К4	„
76.	12Ж1Л	„
	Sagedusmuunduslambid	
77.	1А1П	Muundusheptood
78.	1А2П	„
79.	СО-242	„
80.	6А2П	„
81.	6А7	„
82.	6А8	„
83.	6А10С	„
84.	6И1П	Triood-heptood
85.	6Л7	Segustusheptood
86.	6Ф1П	Muundustriood-pentood
	Võimsuspentoodid ja -jugatetroodid	
87.	2П1П	Võimsus-jugatetrood
88.	2П2П	Võimsuspentood
89.	СО-244	„
90.	СО-258	„
91.	4П1Л	„
92.	6Э5П	Võimsus-jugatetrood
93.	6Ф6С	Võimsuspentood
94.	6П1П	Võimsus-jugatetrood
95.	6П3С	„
96.	6П6С	„
97.	6П7С	„
98.	6П9	Videosagedus-võimsuspentood
99.	6П13С	Jugatetrood
100.	6П14П	Võimsuspentood
101.	6П15П	Videosagedus-võimsuspentood
102.	6П18П	Võimsuspentood
103.	30П1С	Võimsus-jugatetrood

Sokli nr.	Tüüp	Nimetus
	Kenotronid	
104.	1Ц1С	Kõrgepingeventiil
105.	1Ц11П	„
106.	1Ц7С	„
107.	2Ц2С	„
108.	5Ц3С	Kenotron
109.	5Ц4С	„
110.	5Ц8С	„
111.	5Ц9С	„
112.	5Ц12П	„
113.	6Ц4П	„
114.	6Ц5С	„
115.	6Ц10П	Summutusdiood
116.	30Ц6С	Universaalvastuvõtja ventiil

Elektronlampide elektriliste näitajate tähiseid

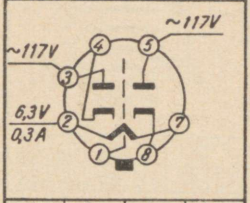
Tähis	Seletus
S	Tõus mA/V
S_{mt}	Muundustõus mA/V
S_0	Muunduslambi ostsillaatorosa tõus mA/V
μ	Võimendustegur
R_1	Sisetakistus kΩ
R_a	Koormustakistus kΩ
R_k	Katoodtakisti
U_m	Suurim pingeimpulss V
U_v	Suurim vastupingeimpulss V
U_s	Süütepinge V
U_{st}	Stabiliseerimispinge V
I_m	Suurim vooluimpulss mA
I_a	Alaldatud vool mA
I_{st}	Stabiliseerimisvool mA
P_a	Anoodkadu W
P_v	Väljundvõimsus VA
C_{gk}	Sisendmahtuvus (tüürvõre-katood) pF
C_{ak}	Väljundmahtuvus (anood-katood) pF
C_{ga}	Läbivmahtuvus (tüürvõre-anood) pF

6Х2П — 1



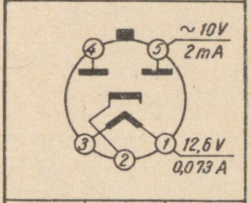
U_v	I_m	I_a	C_{ak}
450	90	18	3,8

6Х6С — 2



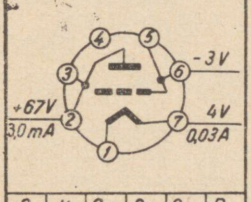
U_v	I_m	I_a	C_{ak}
465	50	16	4

12Х3С — 3



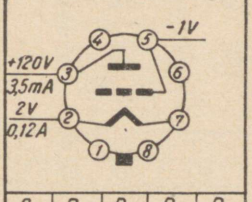
U_v	I_m	C_{ak}
100	20	0,48

1С12П — 4



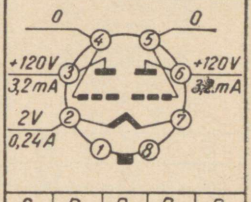
S	μ	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
1,1	11,8	0,85	0,75	3,3	0,25

УБ-240 — 5



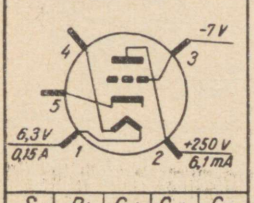
S	R_i	R_a	P_a	P_v
1,5	14	40	0,6	0,02

СО-243 — 6



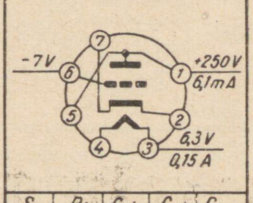
S	R_i	R_a	P_a	P_v
2,1	16	3	1,5	0,8

6С1Ж — 7



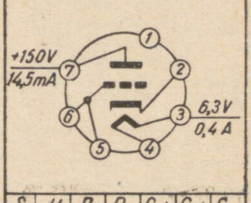
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2,2	11,6	1	0,6	1,4

6С1П — 8



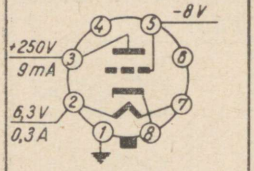
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2,3	11,6	1,4	1,1	1,4

6С2П — 9



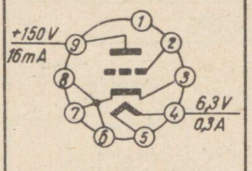
S	μ	R_i	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
12	55	4,58	100	5,3	4,2	0,24

6С2С — 10



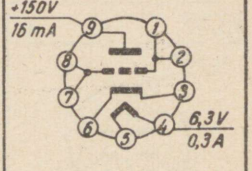
S	R_i	P_a
2,5	8	2,7

6С3П — 11



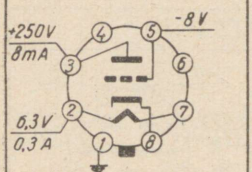
S	μ	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
19,5	50	100	6,7	1,65	2,4

6С4П — 12



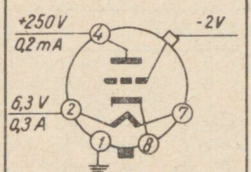
S	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
19	100	7	1,85	1,8

6С5С — 13



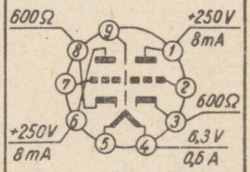
S	R_i	P_a
2,2	9	2,5

6Ф5 — 14



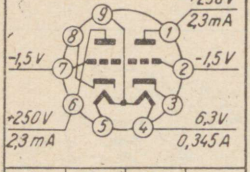
S	R_i
1,5	66

6Н1П — 15



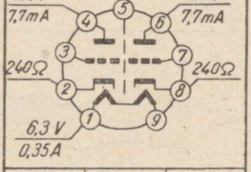
S	R_i	P_a
3,2	11	2

6Н2П — 16



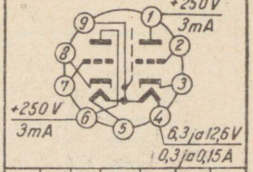
S	R_i	R_a	P_a
2	50	10	1

6Н3П — 17



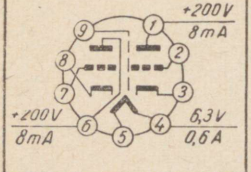
S	R_i	P_a
4,9	7,5	1,5

6Н4П — 18



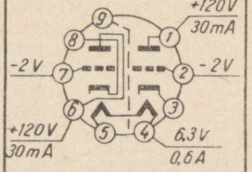
S	μ	R_i	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,85	40	26	1300	1,6	1,4	1,3

6Н5П — 19



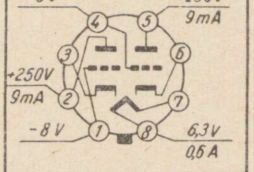
S	μ	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
3,5	27	8	3	1,5	2,25

6Н6П — 20



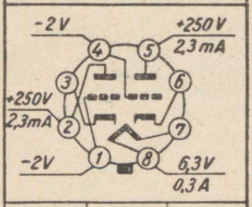
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
10,5	4,4	1,9	3

6Н8С — 21



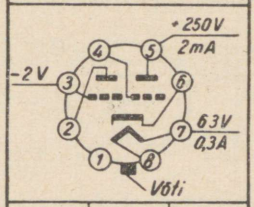
S	R_i	P_a
2,6	7,9	2,75

6Н9С — 22



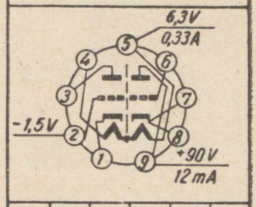
S	R_i	P_a
1,6	44	1,1

6Н10С — 23



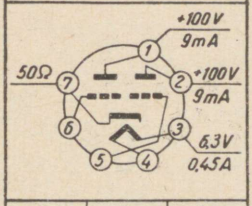
S	μ	R_i
1,325	70	53

6Н14П — 24



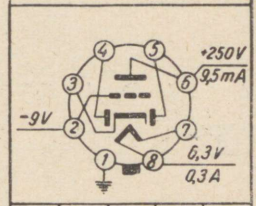
S	μ	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
6	24	4	2,3	0,45	2,3

6Н15П — 25



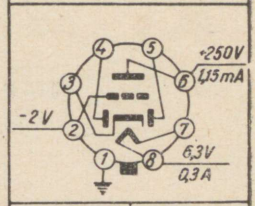
S	R_i	P_a
5,6	6,8	1,6

6Г1 — 26



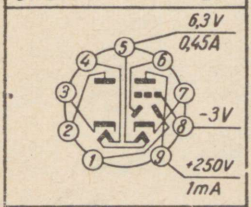
S	R_i	R_a	P_a	P_v
1,9	8,5	10	2,5	0,3

6Г2 — 27



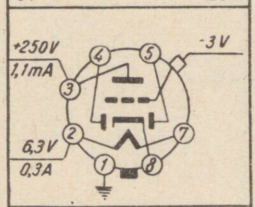
S	R_i
1,1	91

6Г3П — 28



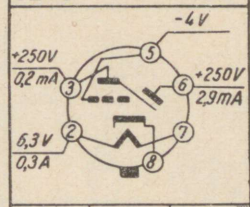
S	μ	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,3	63	2	1,25	2,3

6Г7 — 29



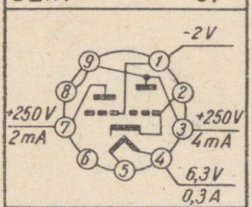
S	R_i	P_a
1,2	58	2,0

6Е5С — 30



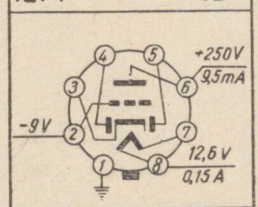
S	μ	R_a
1,2	24	1000

6Е1П — 31



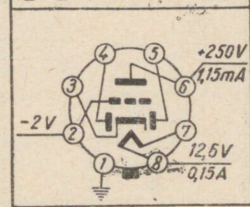
S	μ
0,5	24

12Г1 — 32



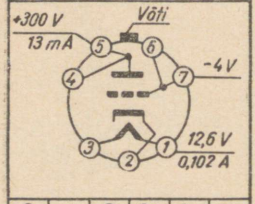
S	R_i	P_a	P_v
1,9	8,5	2,5	0,3

12Г2 — 33



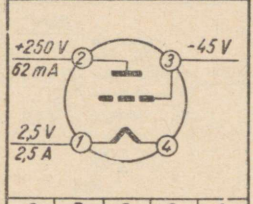
S	R_i
1,1	91

12C3C — 34



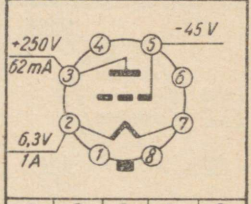
S	μ	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
3	12,5	4,17	1,55	0,65	1,15

2C4C — 35



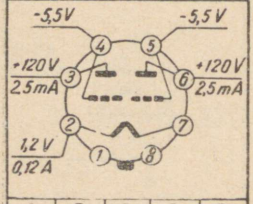
S	R_i	R_a	P_a	P_v
5,4	0,84	2,5	15	2,8

6C4C — 36



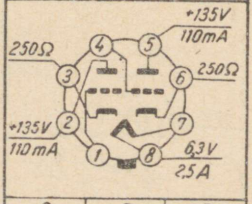
S	R_i	R_a	P_a	P_v
5,4	0,8	2,5	15	2,8

1H3C — 37



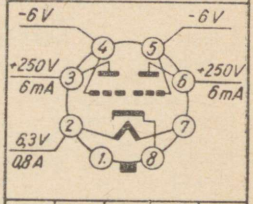
S	R_i	R_a	P_a	P_v
0,8	13,7	7	1	0,4

6H5C — 38



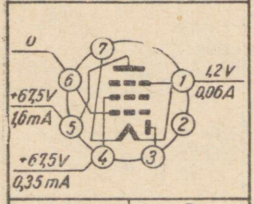
S	R_i	P_a
6,7	0,46	13

6H7C — 39



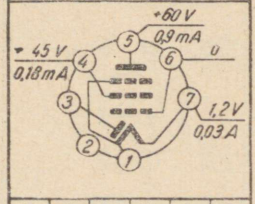
S	R_i	R_a	P_a	P_v
3,1	11,3	16	11	4,2

1B1P — 40



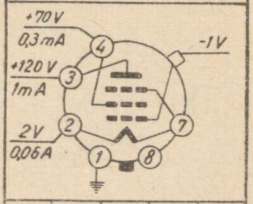
S	R_i
0,62	600

1B2P — 41



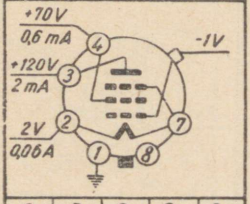
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
0,55	1000	1,85	2,1	0,27	0,008

2Ж2М — 42



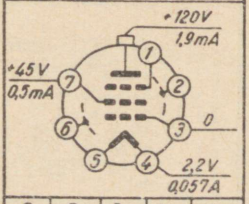
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,8	1500	5,8	8	0,02

2K2M — 43



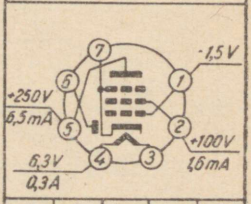
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,95	1000	5,8	8	0,02

2Ж27П — 44



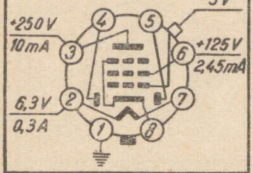
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1	1600	3	2	0,015

6B2P — 45



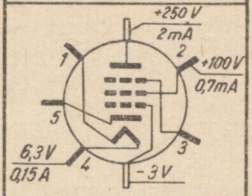
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2	700	4,2	4,1	0,008

6Б8С — 46



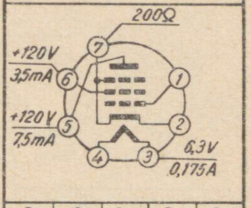
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,35	4	9	0,008

6Ж1Ж — 47



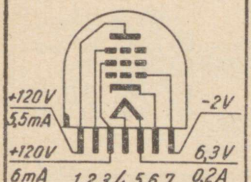
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,4	1400	3,4	3	0,007

6Ж1П — 48



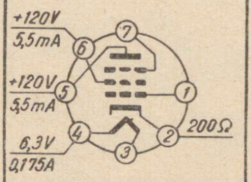
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
5,2	300	4	2,1	0,02

6Ж2Б — 49



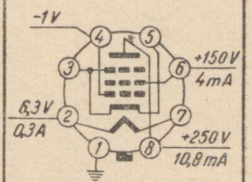
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
3,2	4,9	4,1	0,03

6Ж2П — 50



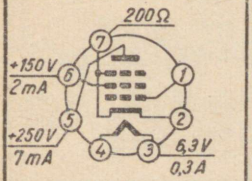
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
3,5	75	4,1	2,2	0,02

6Ж3 — 51



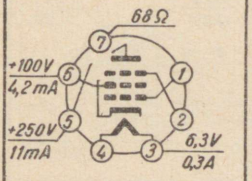
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,9	900	8,5	7	0,003

6Ж3П — 52



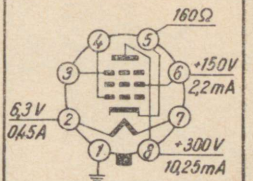
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
5	500	6,5	1,8	0,025

6Ж4П — 53



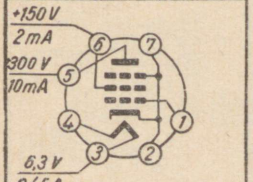
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,4	1500	5,5	5	0,003

6Ж4 — 54



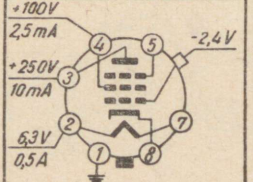
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
9	1000	11	5	0,015

6Ж5П — 55



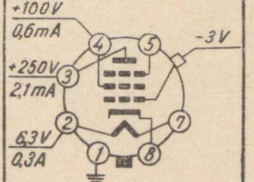
S	R_i	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
9	500	160	10	2,5	0,04	3,6

6Ж6С — 56



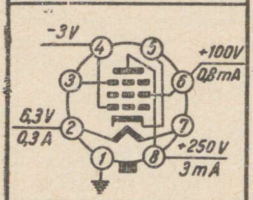
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
7,5	2000	9,5	6,2	0,03

6Ж7 — 57



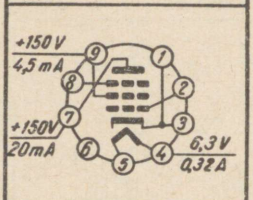
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,2	1000	7	12	0,005

6Ж8 — 58



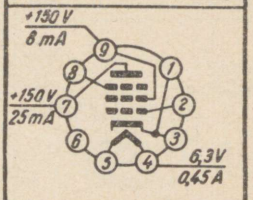
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,65	1500	6	7	0,005

6Ж9П — 59



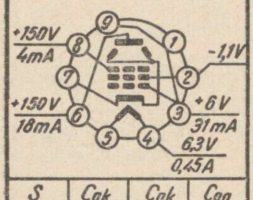
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{fk}
22	150	8,8	3,4	5,5

6Ж11П — 60



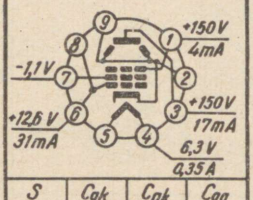
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
28	14,5	4,5	0,04

6Ж20П — 61



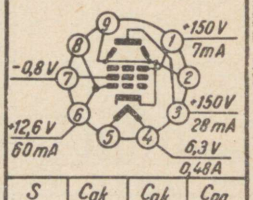
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
17	8,5	2,5	0,03

6Ж21П — 62



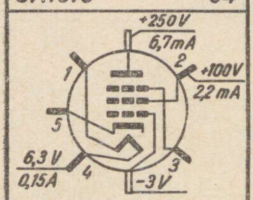
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
17	5	1,8	0,03

6Ж22П — 63



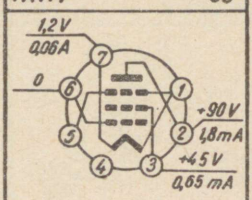
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
30	8,5	2,4	0,04

6К1Ж — 64



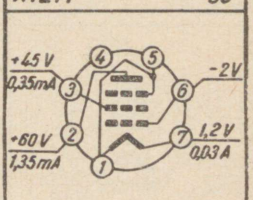
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,8	800	3	3,5	0,01

1К1П — 65



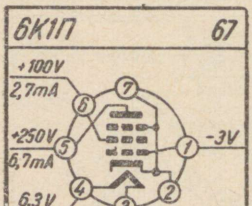
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,75	750	3,5	7,5	0,01

1К2П — 66



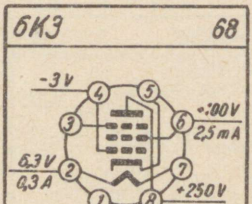
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,7	1500	3	4,9	0,01

6К1П — 67



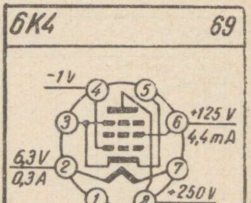
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,8	700	3,4	3	0,01

6К3 — 68



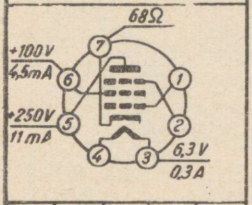
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2	800	6	7	0,003

6К4 — 69



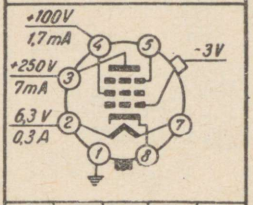
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,7	900	8,5	7	0,005

6К4П — 70



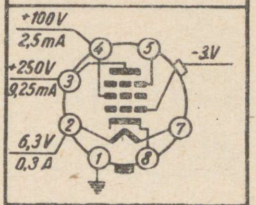
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,4	1500	5,5	5	0,003

6К7 — 71



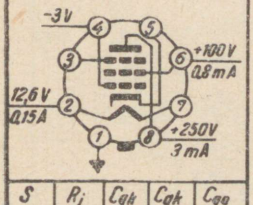
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,45	1000	7	12	0,005

6К9С — 72



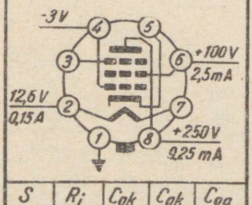
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2	800	4,7	11	0,005

12ЖС8 — 73



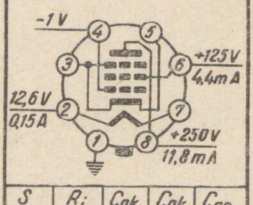
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,65	1500	6	7	0,005

12К3 — 74



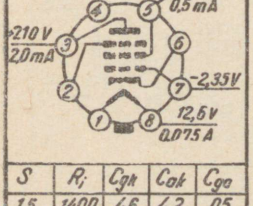
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2	800	6	7	0,003

12К4 — 75



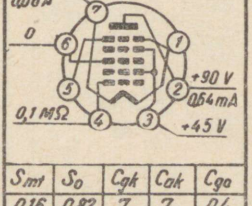
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,7	900	8,5	7	0,005

12ЖС1Л — 76



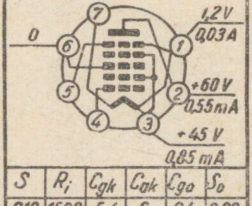
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,5	1400	4,6	4,2	0,5

1А1П — 77



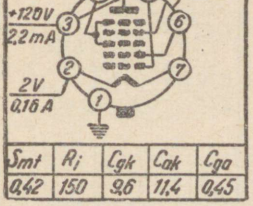
S_{mt}	S_o	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,16	0,82	7	7	0,4

1А2П — 78



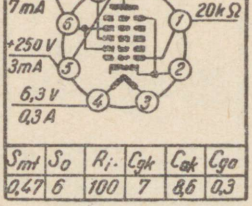
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	S_o
0,19	1500	5,4	6	0,4	0,82

СО-242 — 79



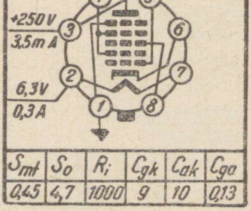
S_{mt}	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,42	150	2,6	11,4	0,45

6А2П — 80



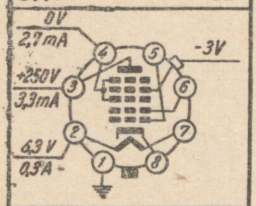
S_{mt}	S_o	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,47	6	100	7	8,6	0,3

6А7 — 81



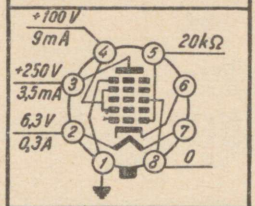
S_{mt}	S_o	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,45	4,7	1000	9	10	0,13

6А8 — 82



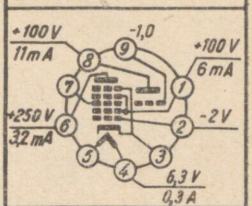
S_{mt}	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,55	340	12,5	12,5	0,06

6А10С — 83



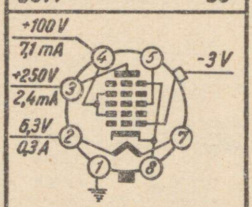
S_{mt}	S_o	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,45	4,7	300	9	10	0,13

6И1П — 84



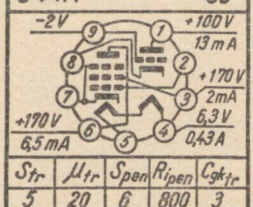
S	Str	μ_{tr}
2,3	3,7	24

6Л7 — 85



S_{mt}	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,38	1000	7,5	11	0,01

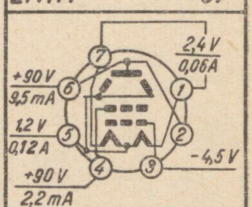
6Ф1П — 86



S_{tr}	μ_{tr}	S_{pen}	R_{ipen}	$C_{gk_{tr}}$
5	20	6	800	3

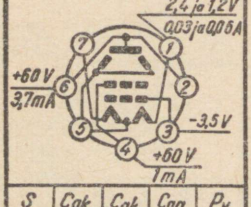
$C_{ak_{tr}}$	$C_{ga_{tr}}$	$C_{gk_{pen}}$	$C_{ak_{pen}}$	$C_{ga_{pen}}$
0,5	2	5	3,4	0,025

2П1П — 87



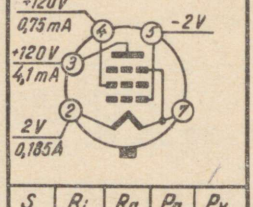
S	R_i	R_a	P_a	P_v
2	100	10	0,85	0,21

2П2П — 88



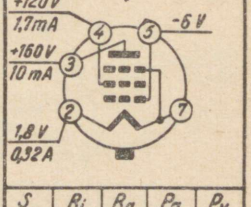
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_v
0,9	3,7	3,8	0,4	0,09

СО-244 — 89



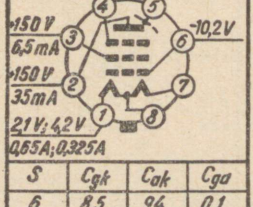
S	R_i	R_a	P_a	P_v
1,8	150	30	1,5	0,13

СО-258 — 90



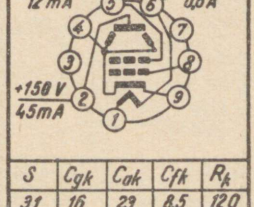
S	R_i	R_a	P_a	P_v
2	80	20	2	0,45

4П1Л — 91



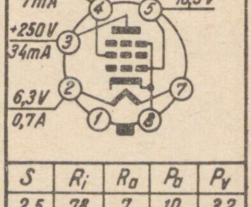
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
6	8,5	9,4	0,1

6Э5П — 92



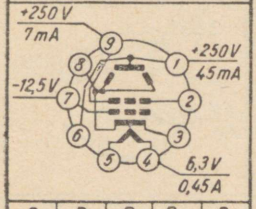
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{fk}	R_k
31	16	23	8,5	120

6Ф6С — 93



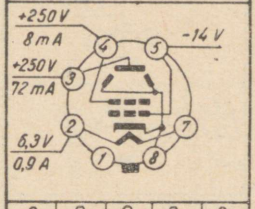
S	R_i	R_a	P_a	P_v
2,5	78	7	10	3,2

6П1П — 94



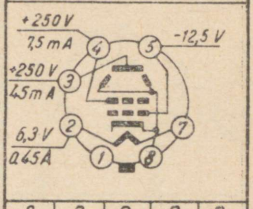
S	R_i	R_a	P_a	P_v
4,5	50	5	12	3,8

6П3С — 95



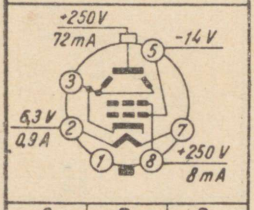
S	R_i	R_a	P_a	P_v
6	22,5	2,5	21	5,4

6П6С — 96



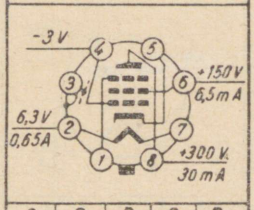
S	R_i	R_a	P_a	P_v
4,1	52	5	13,2	3,6

6П7С — 97



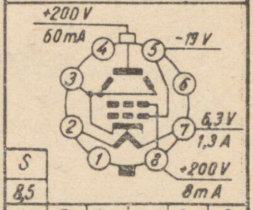
S	R_i	P_a
5,9	32,5	20

6П9 — 98



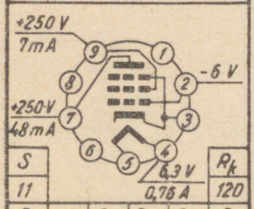
S	R_i	R_a	P_a	P_v
11,7	130	10	9	2,4

6П13С — 99



S	μ	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
8,5	213	25	18,5	6,5	0,5	14

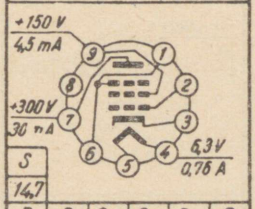
6П14П — 100



S	R_k
11	120

R_i	μ	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_v
20	220	11	7	0,2	5,4

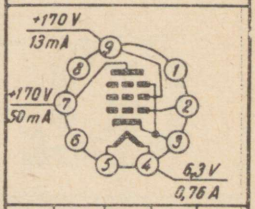
6П15П — 101



S	R_k
14,7	75

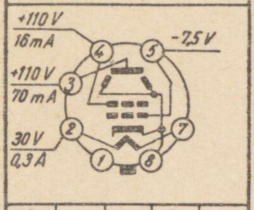
R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
100	13,5	7	0,07	12

6П18П — 102



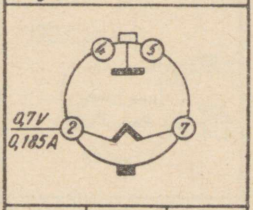
R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
110	11,5	6	0,2	12

30П1С — 103



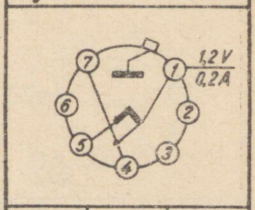
S	R_i	R_a	P_a	P_v
10	9	1,8	7	1,6

1Ц1С — 104



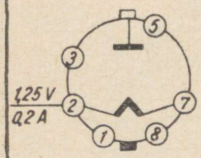
U_v	I_m	I_a
15000	1	0,5

1Ц11П — 105



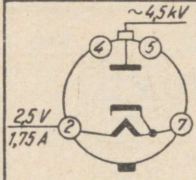
U_v	I_m	I_a
20000	2	0,3

1Ц7С — 106



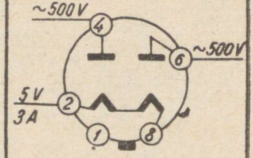
U_v	I_m	I_a
30000	17	2

2Ц2С — 107



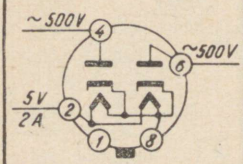
U_v	I_m	I_a
12500	100	7

5Ц3С — 108



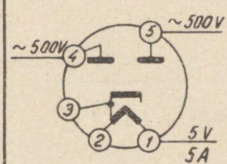
U_v	I_m	I_a
1700	750	250

5Ц4С — 109



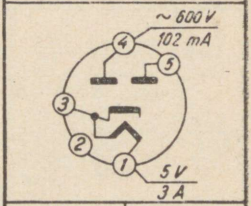
U_v	I_m	I_a
1350	375	125

5Ц8С — 110



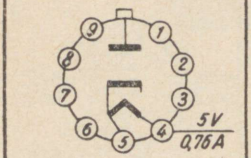
U_v	I_m	I_a
1700	1200	400

5Ц9С — 111



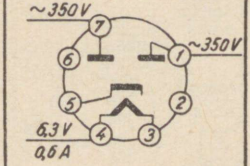
R_i	U_v
0,3	1700

5Ц12П — 112



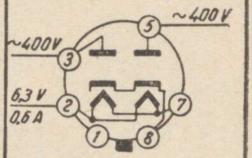
U_v	I_a
5000	50

6Ц4П — 113



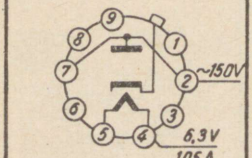
U_v	I_m	I_a
1000	300	75

6Ц5С — 114



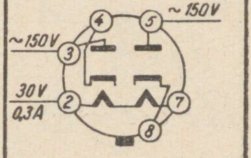
U_v	I_m	I_a
1375	300	75

6Ц10П — 115



U_v	I_a	R_i
4500	120	0,1

30Ц6С — 116



U_v	I_m	I_a
500	500	120

LISA 2. POOLJUHTDIOODIDE ISELOOMUSTUSSUURUSED

(temperatuuril +20 ±5° C)

Punktdioodid

Tüüp	Maksimaalne vastupinge V	Keskmine tööpinge V	Minimaalne pärivool pingel + 1 V mA	Maksimaalne alaldatud vool mA	Läbilöögipinge amplituud V	Piirsagedus MHz
Д1А	40	20	2,5	16	40	150
Д1Б	45	30	1,0	16	45	150
Д1В	45	30	7,5	25	45	150
Д1Г	75	50	5,0	16	75	150
Д1Д	110	75	2,5	16	110	150
Д1Е	150	100	1,0	12	150	150
Д1Ж	150	100	5,0	12	150	150
Д2А	15	10	50	50	15	150
Д2Б	45	30	5	16	45	150
Д2В	60	45	10	25	60	150
Д2Г	100	70	2 ... 5	16	100	150
Д2Д	100	70	5 ... 10	16	100	150
Д2Е	150	100	2 ... 10	16	150	150
Д2Ж	200	150	2 ... 10	8	200	150
Д9А	10		10	25		40
Д9Б	10		90	40		40
Д9В	30		10	20		40
Д9Г	30		30	30		40
Д9Д	30		60	30		40
Д9Е	50		30	20		40
Д9Ж	100		10	15		40

Märkus 1. Punane täpp dioodi otsal tähistab «+»-kontakti.

Märkus 2. Dioodidel Д9 tähistatakse tüüpe kesta keskel asuvate täppidega: Д9А — täpita, Д9Г — punane täpp, Д9В — oranž täpp, Д9Г — kollane täpp, Д9Д — valge täpp, Д9Е — sinine täpp, Д9Ж — roheline täpp. Punane täpp dioodi otsal tähistab pluss-kontakti.

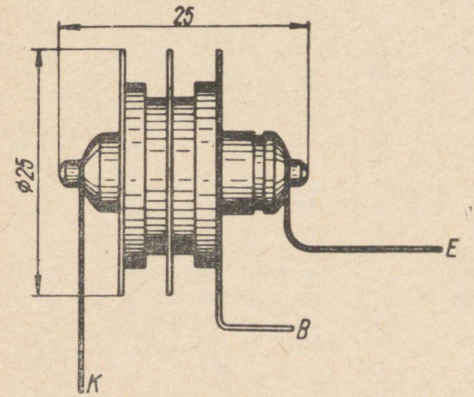
Pinddioodid
(Temperatuuril —60 . . . +20° C)

Tüüp	Maksimaalne alaldatud vool mA	Keskmine pingelang V	Maksimaalne vastuvool, maksimaalse vastupinge amplituudi juures mA	Maksimaalne vastupinge amplituud V
ДГ-Ц21	300	0,5	0,1	50
ДГ-Ц22, Д7Б	300	0,5	0,1	100
ДГ-Ц23, Д7В	300	0,5	0,1	150
ДГ-Ц24, Д7Г	300	0,5	0,1	200
ДГ-Ц25, Д7Д	300	0,5	0,1	300
ДГ-Ц26, Д7Е	300	0,5	0,1	350
ДГ-Ц27, Д7Ж	300	0,5	0,1	400
Д226	300	1,0	0,03	400
Д226А	300	1,0	0,03	300
Д226Б	300	1,0	0,1	400
Д226В	300	1,0	0,1	300
Д226	300	1,0	0,1	200
Д226	300	1,0	0,1	100

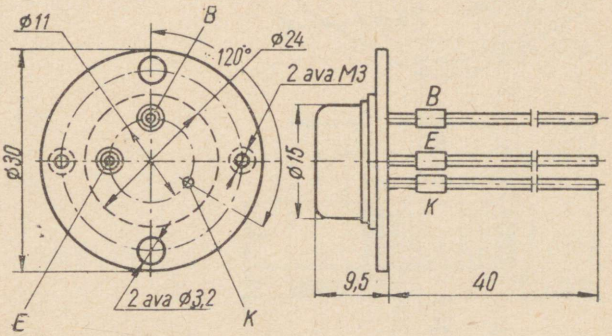
LISA 3. TRANSISTORIDE ELEKTRILISI ANDMEID JA SOKLIÜHENDUSI

Tüüp	Piirsagedus MHz	Vooluvõimendustegur	Maksimaalne kollektoripinge V		Maksimaalne kollektori kaovõimsus P_k mW	Juhtivuse liik	Väljaviikude asetus joonisel
			emitterlülituses	baaslülituses			
1	2	3	4	5	6	7	8
П3А	0,1	2	—	—50	$3{,}5 \cdot 10^3$	*p-n-p*	1
П3Б	0,1	2	—	—50	$3{,}5 \cdot 10^3$	„	1
П3В	0,1	2	—	—50	$3{,}5 \cdot 10^3$	„	1
П4А	0,15	5	—50	—60	$20 \cdot 10^3$	„	2
П4Б	0,15	15—40	—60	—70	$20 \cdot 10^3$	„	2
П4В	0,15	10	—35	—40	$20 \cdot 10^3$	„	2
П4Г	0,15	15—30	—50	—60	$20 \cdot 10^3$	„	2
П4Д	0,15	30	—50	—60	$20 \cdot 10^3$	„	2
П6А	0,1	0,9	—10	—30	150	„	3
П6Б	0,465	0,9 . . . 0,94	—15	—30	150	„	3
П6В	0,465	0,94	—15	—30	150	„	3
П6Г	1	0,97	—10	—30	150	„	3
П6Д	0,465	0,9	—15	—30	150	„	3
П13	0,5	12	—15	—15	150	„	3
П13А	0,5	30	—15	—15	150	„	3
П13Б	1	20 . . . 60	—15	—15	150	„	3
П14	1	20 . . . 40	—15	—15	150	„	3
П14А	1	20 . . . 40	—30	—30	150	„	3
П14Б	1	30 . . . 60	—30	—30	150	„	3
П15	2	30 . . . 60	—15	—15	150	„	3
П15А	2	50 . . . 100	—15	—15	150	„	3
П39Б	0,5	20 . . . 60	—10	—10	150	„	8
П40	1	20 . . . 40	—10	—10	150	„	8
П41	1	30 . . . 60	—10	—10	150	„	8
П41А	1	50 . . . 100	—10	—10	150	„	8
П106	0,465	13,5	—15	—15	150	„	3
П201	0,1	20	—30	—45	$10 \cdot 10^3$	„	4
П201А	0,2	40	—30	—45	$10 \cdot 10^3$	„	4
П202	0,1	20	—55	—70	$10 \cdot 10^3$	„	4
П214	0,15	20 . . . 60	—45	—60	$10 \cdot 10^3$	„	11
П214А	0,15	50 . . . 150	—45	—60	$10 \cdot 10^3$	„	11
П214Б	0,15	20 . . . 150	—45	—60	$10 \cdot 10^3$	„	11
П214В	0,15	20	—55	—60	$10 \cdot 10^3$	„	11
П214Г	0,15	—	—55	—60	$10 \cdot 10^3$	„	11
П401	30	0,94	—10	—	50	„	5
П402	60	0,94	—10	—	50	„	5
П403	120	0,97 . . . 0,99	—10	—	50	„	5
П403А	120	0,94	—10	—	50	„	5
П422	60	30 . . . 100	—10	—	50	„	9

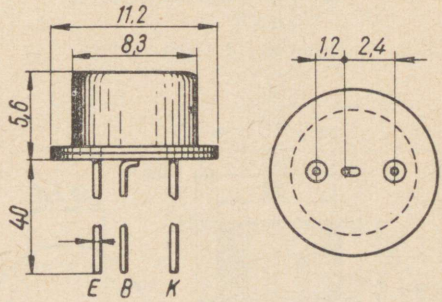
1	2	3	4	5	6	7	8
П422А	60	15	—10	—	50	*p-n-p*	9
П423	120	30 . . . 100	—10	—	50	„	9
П423А	120	15	—10	—	50	„	9
ГТ108А	0,5	20 . . . 50	—	—15	75	„	6
ГТ108Б	1	35 . . . 80	—	—15	75	„	6
ГТ108В	1	60 . . . 130	—	—15	75	„	6
ГТ108Г	1	110 . . . 250	—	—15	75	„	6
ГТ109А	1	20 . . . 50	—6	—15	30	„	10
ГТ109Б	1	35 . . . 80	—6	—15	30	„	10
ГТ109В	1	60 . . . 130	—6	—15	30	„	10
ГТ109Г	1	110 . . . 250	—6	—15	30	„	10
ГТ309А	—	20 . . . 70	—10	—	50	„	7
ГТ309Б	—	60 . . . 180	—10	—	50	„	7
ГТ309В	—	20 . . . 70	—10	—	50	„	7
ГТ309Г	—	60 . . . 180	—10	—	50	„	7
ГТ309Д	—	20 . . . 70	—10	—	50	„	7
ГТ309Е	—	60 . . . 180	—10	—	50	„	7
ГТ310А	—	20 . . . 70	—6	—12	20	„	10
ГТ310Б	—	60 . . . 180	—6	—12	20	„	10
ГТ310В	—	20 . . . 70	—6	—12	20	„	10
ГТ310Г	—	60 . . . 180	—6	—12	20	„	10
ГТ310Д	—	20 . . . 70	—6	—12	20	„	10
ГТ310Е	—	60 . . . 180	—6	—12	20	„	10



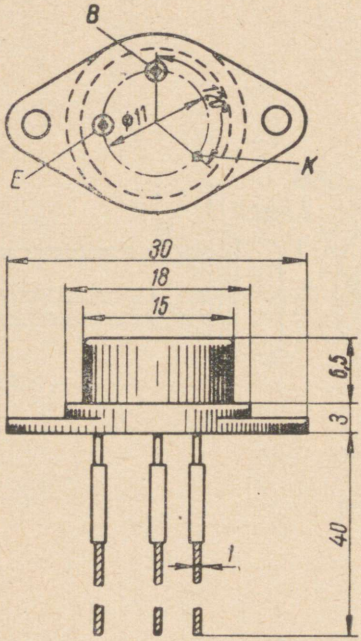
Joon. 1. Transistorid П3



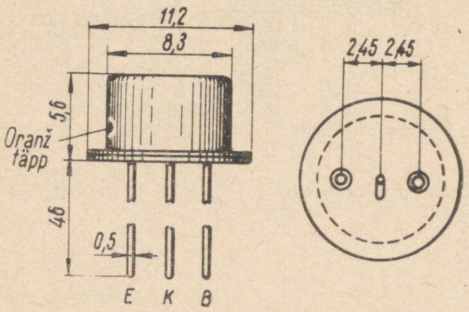
Joon. 2. Transistorid П4



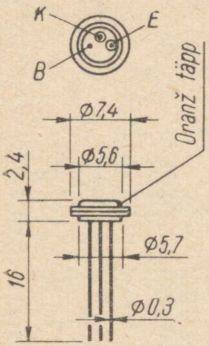
Joon. 3. Transistorid П6, П13, П14, П15 ja П106



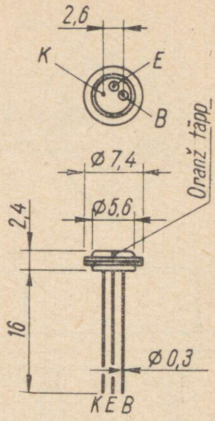
Joon. 4. Transistorid П201 ja 202



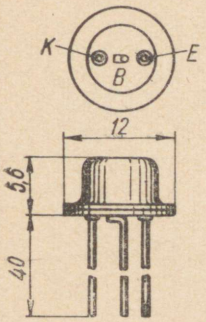
Joon. 5. Transistorid П401, П402 ja П403



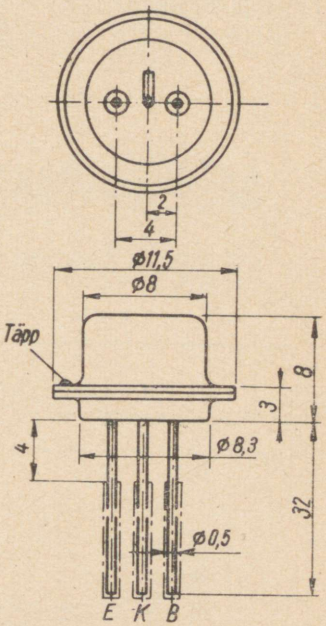
Joon. 6. Transistorid ГТ108



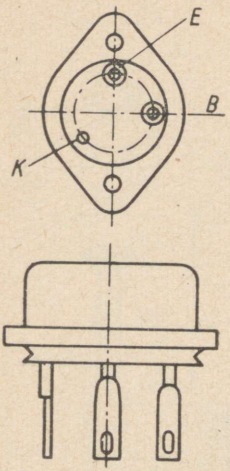
Joon. 7. Transistorid ГТ309



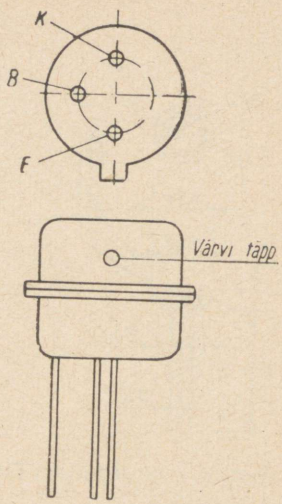
Joon. 8. Transistorid П39Б, П40 ja П41



Joon. 9. Transistorid П422 ja П423



Joon. 10. Transistorid
ГТ109 ja ГТ310



Joon. 11. Transistorid
П214

LISA 4. KODUMAISTE VALJUHÄÄLDAJATE ELEKTRILISI ANDMEID

Tüüp	Nimivõimsus VA	Ülekantav sagedusala Hz	Liikuvsüsteemi resonantssagedus Hz	Sagedus-karakteristiku ebalineaarsus dB	Keskmine standardne helirõhk baarides	Võnkepooli impedants Ω
1	2	3	4	5	6	7
0,025ГД-1	0,025	600 ... 4000	—	18	1,5	6 ± 0,6
0,1ГД-3	0,1	400 ... 3000	500	16	1,3	6,5 ± 0,7
0,1ГД-6	0,1	450 ... 3000	400 ± 40	18	2,3	10 ± 1,5
0,1ГД-8	0,1	440 ... 3000	400 ± 40	18	1,8	10 ± 1,5
0,15ГД-1	0,15	400 ... 8000	—	—	1,5	6 ± 0,6
0,2ГД-1	0,2	300 ... 10000	—	—	1,8	6 ± 0,6
0,25ГД-1	0,25	300 ... 3000	300 ± 30	18	2,0	8 ± 0,8
0,25ГД-2	0,25	300 ... 3000	300 ± 30	18	2,0	25 ± 6,5
0,25ГД-9	0,25	300 ... 3500	300 ± 30	15	2,8	10 ± 1,5
0,5ГД-10	0,5	150 ... 7000	150 ± 30	14	2,3	5 ± 1,5
0,5ГД-11	0,5	150 ... 7000	150 ± 30	14	2,3	5 ± 0,5
0,5ГД-12	0,5	150 ... 7000	150 ± 30	15	2,5	4,5 ± 0,7
0,5ГД-14	0,5	250 ... 3500	200 ± 30	15	2,3	28 ± 3
1ГД-1	1	150 ... 5000	140 ± 10	—	2,5	3,0 ± 0,3
1ГД-1 РРЗ	1	4000 ... 13000	1200 ± 500	—	4,0	8,0 ± 0,8
1ГД-1 ВЭФ	1	2000 ... 15000	190 ± 60	—	—	2,5 ± 0,25
1ГД-2 ВЭФ	1	2000 ... 15000	190 ± 60	—	—	6,3 ± 0,63
1ГД-5	1	150 ... 6000	120 ± 200	15	2,0	6,5 ± 0,45
1ГД-6	1	100 ... 6000	100 ± 10 140 ± 10	15	3,0	6,5 ± 0,7

1	2	3	4	5	6	7
1ГД-7	1	150 . . . 6000	100 ± 10	15	3,0	5,0 ± 0,6
1ГД-8	1	200 . . . 6000	170 ± 10	12	4,5	6,0 ± 0,6
1ГД-9	1	100 . . . 7000	95 ± 15 150 ± 30	14	2,5	6,5 ± 0,7
1ГД-10	1	120 . . . 7000	120 ± 20	15	2,5	6,5 ± 1,0
1ГД-11	1	150 . . . 6000 100 . . . 7000	140 ± 10 100 ± 10	15	2,8	6,5 ± 1,0
1ГД-12	1	200 . . . 10000	175 ± 15	14	2,5	5,0 ± 0,5
1ГД-14	1	150 . . . 10000	150 ± 30	14	2,5	5,0 ± 0,5
1ГД-18	1	100 . . . 10000	100 ± 15	15	2,0	6,5 ± 0,7
1ГД-19	1	100 . . . 10000	100 ± 15	15	2,0	6,5 ± 1,0
1ГД-20	1	150 . . . 7000	150 ± 30	15	3,0	6,5 ± 1,0
1ГД-28	1	100 . . . 10000	95 ± 15	15	2,0	6,5 ± 0,7
2ГД-3	2	70 . . . 10000	80 ± 15 100 ± 10	14	2,5	4,5 ± 0,5
2ГД-4	2	70 . . . 10000	80 ± 15 100 ± 10	14	2,3	5,0 ± 0,5
2ГД-7	2	70 . . . 10000	80 ± 15 100 ± 10	15	2,3	4,5 ± 0,5
2ГД-8	2	80 . . . 8000	90 ± 10	15	2,3	4,5 ± 0,5
2ГД-8 ВЭФ	2	80 . . . 7000	90 ± 10	15	2,3	3,4 ± 0,34
2ГД-19	2	70 . . . 10000	80 ± 10 100 ± 10	15	2,0	4,5 ± 0,5
2ГД-28	2	70 . . . 10000	80 ± 10 100 ± 10	15	2,0	4,5 ± 0,5
3ГД-2	3	80 . . . 6000	80 ± 10	15	3,0	4,0 ± 0,6
3ГД-5 ВЭФ	3	100 . . . 7000	120 ± 10	15	2,5	3,4 ± 0,34
3ГД-6 ВЭФ	3	80 . . . 7000	80 ± 10	15	2,5	3,4 ± 0,34
3ГД-7	3	80 . . . 7000	90 ± 10	14	2,5	4,5 ± 0,5
3ГД-9	3	80 . . . 7000	80 ± 10	14	2,5	5,0 ± 0,5

1	2	3	4	5	6	7
3ГД-16	3	80 . . . 8000	80 ± 10	18	2,5	4,5 ± 0,7
3ГД-28	3	80 . . . 8000	80 ± 10	18	2,5	4,5 ± 0,7
4ГД-1	4	60 . . . 12000	60 ± 10	14	2,5	4,5 ± 0,5
			80 ± 10			
4ГД-2	4	60 . . . 12000	60 ± 10	14	2,5	5,0 ± 0,5
4ГД-2 РРЗ	4	100 . . . 12000	100 ± 20	15	3,0	14 ± 1,4
4ГД-3	4	70 . . . 7000	70 ± 20	14	2,5	4,5 ± 0,5
4ГД-3 РРЗ	4	130 . . . 12000	130 ± 20	15	3,0	14 ± 1,4
4ГД-7	4	60 . . . 12000	60 ± 10	15	2,5	4,5 ± 0,5
			80 ± 10			
4ГД-28	4	60 . . . 12000	60 ± 10	15	2,3	4,5 ± 0,5
			80 ± 10			
5ГД-1 РРЗ	5	80 . . . 10000	65 ± 10	15	4,0	4,0 ± 0,4
5ГД-9	5	70 . . . 7000	70 ± 10	12	3,0	4,0 ± 0,4
5ГД-10	5	50 . . . 12000	50 ± 10	15	3,0	4,5 ± 0,5
5ГД-14	5	70 . . . 12000	70 ± 10	14	2,5	4,5 ± 0,5
			90 ± 10			
5ГД-18	5	70 . . . 12000	70 ± 10	15	2,5	4,5 ± 0,5
			90 ± 10			
5ГД-19	5	100 . . . 10000	90 ± 15	18	2,5	4,5 ± 0,7
5ГД-28	5	100 . . . 10000	90 ± 15	18	2,5	4,5 ± 0,7
6ГД-1 РРЗ	6	60 . . . 6500	48 ± 8	—	4,0	7,0 ± 0,7
6ГД-1	6	60 . . . 16000	65 ± 10	—	3,5	1,2 ± 0,12
10ГД-4	10	70 . . . 8000		12		
10ГД-5	10	50 . . . 7000		12		
10ГД-6	10	40 . . . 10000		15		
10ГД-14	10	40 . . . 12000		12		
10ГД-17	10	40 . . . 8000	50 ± 10	14	3,0	4,5 ± 0,5
10ГД-18	10	50 . . . 8000	50 ± 10	12	3,0	8,0 ± 0,8
ВГД-1	3	800 . . . 15000	270 ± 30	15	2,5	5,0 ± 0,5
3ГД-15 (ГДВ-2)	3	1000 . . . 18000	270 ± 30	15	2,5	4,5 ± 0,7
4А26	6	50 . . . 8000	60 ± 10	14	—	15 ± 2

LISA 5. TÖÖSTUSLIKE VASTUVÕTJATE TOITETRAFODE ANDMEID

Vastuvõtja nimetus	Mähiste andmed				
	Võrgumähis	Varjestus-mähis	Anoodmähis	Alaldus-lambi küttemähis	Lampide küttemähis
1	2	3	4	5	6
Agat	638 + 485 (0,35)	180 (0,16)	1300 (0,16)	—	37 (0,55); 37 (0,55)
Aras	516 + 70 (0,38) + + 430 (0,29)	—	1170 + 1170 (0,2)	—	28 + 3 (1,04)
Aras-M	588 + 90 (0,38) + + 500 (0,31)	Üks kiht (0,2)	1355 + 1355 (0,2)	37 (0,51)	33 + 3 (1,0)
ARZ-49	750 + 740 (0,27) + + 190 (0,35) + + 53 (0,8)	—	—	—	—
ARZ-51	165 + 355 (0,2) + + 655 (0,27) + 38 (0,8)	—	1130 (0,2)	39 (0,51)	—
ARZ	693 (0,27) + + 520 (0,23)	—	1330 (0,15)	40 (0,51)	39 (0,8)
Avrora	365 + 56 (0,35); 56 + 365 (0,35) + + 335 (0,2)	—	870 + 870 (0,2)	18 (1,0)	6 + 17 + + 6 (1,0)
Baikal	588 + 90 (0,31); 90 + 588 (0,31)	— —	1368 (0,2) —	— —	38 (0,51); 38 (1,0)
Bakuu	363 + 56 (0,51) + + 307 (0,33)	Üks kiht (0,2)	830 + 830 (0,2)	19 (1,0)	24 (1,0)
Bakuu-58	588 + 90 (0,31); 90 + 588 (0,31)	—	1368 (0,2)	—	38 (1,0); 35 (0,51)

1	2	3	4	5	6
Baltika-(PZ-1)	338 + 52(0,38); 52 + 338(0,38)	—	900 + 900(0,2)	17(0,8)	21(1,0)
Baltika-52	333 + 52(0,35); 52 + 333(0,35)	—	900 + 900(0,23)	17(0,8)	21(1,0)
Baltika M-254	397 + 62(0,31) 62 + 397(0,31)	—	920 + 920(0,2)	20(0,8)	26(0,74)
Belaruss	310 + 54(0,51); 54 + 310(0,51)	Üks kiht (0,13)	955 + 955(0,35)	16(1,25)	20(1,4)
Belaruss-53	310 + 54(0,69); 54 + 310(0,69)	Üks kiht (0,18)	880 + 880(0,35)	16(1,25)	19(1,74)
Belaruss-57	346 + 53(0,41); 53 + 346(0,41)	Üks kiht (0,15)	730(0,29)	—	21(1,25)
Belaruss-59	346 + 53(0,41) 53 + 346(0,41)	Üks kiht (0,29)	840(0,29)	—	23(1,25)
Belaruss-62	346 + 53(0,41); 53 + 346(0,41)	Üks kiht (0,29)	810(0,29)	—	22(0,8); 22(1,0)
Belaruss-62C	360 + 55(0,55); 55 + 360(0,55)	Üks kiht (0,29)	875(0,41)	—	24(1,0); 24(1,2)
Daugava	365 + 56(0,35); 56 + 365(0,35) + + 335(0,2) 435(0,2)	—	870 + 870(0,2)	18(1,0)	5 + 17 + 6(1,0)
Dnepropetrovsk	415 + 61(0,51) + + 344(0,35)	Üks kiht (0,2)	960 + 960(0,2)	19(1,08)	23(1,16)
Dnipro-52	650 + 100(0,35) + + 310 + 240(0,25)	—	—	39(0,64)	39(1,16)
Dnipro-58	650 + 100(0,33) + + 550(0,25)	—	1520(0,16)	—	39(1,0)
Donets	606 + 94(0,31); 94 + 606(0,31)	—	1400(0,2)	—	37(0,51); 38(1,0)

1	2	3	4	5	6
Družba	325 + 50 (0,47); 50 + 325 (0,47)	—	750 (0,27)	—	10 + 10 (1,0); 20 (1,0)
Dzintars	159 (0,47) + + 435 (0,35);	—	1200 (0,23)	—	34 (0,8)
Elektrosignal-2 (ELS-2)	400 + 60 (0,33); 60 + 400 (0,33)	—	865 + 865 (0,18)	20 (0,93)	26 (1,0)
Estonia Estonia-2	366 + 56 (0,41); 56 + 366 (0,41)	—	850 (0,29)	—	23 (1,0); 23 (1,0)
Estonia-3 Estonia-3M	274 + 43 (0,47); 43 + 274 (0,47)	—	620 (0,31)	—	17 (1,0) 17 (1,0)
Fakel Fakel-M	588 + 90 (0,31); 90 + 588 (0,31)	—	1380 (0,2)	—	35 (0,31); 37 (1,0)
Festival	315 + 50 (0,38); 50 + 315 (0,38)	—	700 (0,29)	45 (0,29)	17 + 4 (1,0)
Gamma	374 + 56 (0,41); 56 + 374 (0,41)	152 (0,2)	830 (0,2)	74 (0,69)	24 (1,0); 12 + 12 (0,55) 12 + 12 (0,55)
Harkov	588 + 90 (0,31); 90 + 588 (0,31)	—	1368 (0,2)	—	36 (0,31); 38 (1,0)
Iževsk	440 (0,41) + 68 + + 37 (0,31)	—	1000 (0,2)	—	28 (1,0)
Irtõš	365 + 56 (0,35)	—	870 + 870 (0,2)	18 (1,0)	6 + 17 + 6 (1,0)
Iset	56 + 365 (0,35) + + 355 (0,2)	—	—	—	—
Italmas	390 + 60 (0,38); 60 + 390 (0,38)	—	950 (0,25)	—	25 (1,12); 25 (0,51)
Jugdon	440 (0,41) + 68 + + 37 (0,31)	—	1000 (0,2)	—	28 (1,0)
Junost	725 + 112 (0,33) + + 613 (0,25)	—	1700 (0,16)	—	45 (1,0)

1	2	3	4	5	6
Kaama	44 (0,8) + 825 (0,25) + + 1170 (0,2) + + 1425 (0,2)	—	—	44 (0,44)	—
Kaama-61	600 + 93 (0,31); 93 + 600 (0,31)	—	1440 (0,2)	—	39 (1,0); 19 + 19 (0,64)
Kaasan-57	1210 + 910 (0,31)	Üks kiht (0,2)	1800 (0,2)	—	69 (1,0)
Kasahstan	520 (059) + 380 (0,44)	—	1100 (0,23)	—	14 + 14 (0,59); 39,5 (0,64) + + 28 (1,25)
Komet	534 + 82 (0,31); 82 + 534 (0,31)	—	1230 (0,2)	—	35 (1,0); 35 (0,51)
	või				
	600 + 93 (0,31); 93 + 600 (0,31)	—	1440 (0,2)	—	39 (1,0) 19 + 19 (0,64)
Latvija (RH-59)	542 + 83 (0,31);	—	1290 (0,2)	—	35 (1,0);
Latvija M	83 + 542 (0,31)				34 (0,41)
Latvija	204 + 31 (0,9) — + 172 (0,7)	—	540 + 540 (0,29)	10 (1,0)	12 (1,5)
Leningrad	202 + 31 (0,44); 31 + 202 (0,44)	Üks kiht (0,15)	630 + 630 (0,15); 600 + 600 (0,12)	—	10 (1,0); 10 (1,0); 13 (1,2)
Lira	591 + 90 (0,31); 90 + 591 (0,31)	185 (0,2)	1350 (0,2)	—	39 (1,0); 39 (0,51)
Luks (RK-156)	325 + 50 (0,47);	—	750 (0,27)	—	10 + 10 (1,0);
Luks-2 (RN-158)	50 + 325 (0,47)				20 (1,0)
Majak	588 + 90 (0,31); 90 + 588 (0,31)	— —	1368 (0,2)	—	35 (0,51); 38 (1,0)
Melodija	534 + 82 (0,31); 82 + 534 (0,31)	—	1230 (0,2)	—	35 (1,0); 34 (0,51)

1	2	3	4	5	6
Melodija-64	542 + 83(0,31); 83 + 542(0,31)	—	1290(0,2)	—	35(1,0); 34(0,51)
Minsk	462 + 72(0,35); 72 + 462(0,35)	—	1090(0,15)	23(1,0)	29(1,0)
Minsk R-7	462 + 72(0,35); 72 + 462(0,35)	Üks kiht (0,15)	1090(0,15)	23(1,0)	29(1,0)
Minsk R-7-55	472 + 72(0,35); 72 + 472(0,35)	Üks kiht (0,15)	1180 + 1180(0,14)	24(0,93)	30(1,0)
Minsk-55	230 + 38(0,51); 38 + 230(0,51)	Üks kiht (0,25)	550 + 550(0,25)	11(1,25)	14,5(1,25)
Minsk-58	465 + 65(0,35); 65 + 465(0,35)	Üks kiht (0,25)	1020(0,25)	—	25(0,41); 27(1,0)
Minsk-61	415 + 65(0,31); 65 + 415(0,31)	—	1000(0,2)	—	27(1,0)
Mir (M-152)	197 + 31(0,64); 31 + 197(0,64)	—	560 + 560(0,31)	9(1,5)	12(1,5)
Mir (M-154)	263 + 41(0,51); 41 + 263(0,51)	—	700 + 700(0,29)	13(1,0)	16(1,35)
Moskvitš-V (I variant)	744(0,25) + 964 (0,38) + 58(0,8)	—	—	—	—
Moskvitš-V (II variant)	242 + 343(0,2) + + 779(0,25) + 46(0,8) või 230(0,25) + 550 (0,2) + 970(0,25) + 54(0,8)	—	—	55(0,47)	—
Moskvitš-V (III variant)	255 + 345(0,2) + + 779(0,25) + + 44(0,8)	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6
Moskvitš-V (IV variant)	500(0,25)+ + 675(0,31)	—	1140(0,15)+ + 37(0,64)	37(0,47)	—
Moskvitš-3	667(0,35)+ 490(0,2)	Üks kiht (0,15)	1250(0,15)	38(0,45)	38(0,83)
Muromets	591 + 90(0,31); 90 + 591(0,31)	185(0,2)	1350(0,2)	—	39(1,0); 38(0,5)
Muromets-62M	591 + 90(0,31); 90 + 591(0,31)	185(0,2)	1350(0,2)	—	39(1,0); 39(0,51)
Neeva-51	384 + 59(0,5); 59 + 384(0,5)	—	1090 + 1090(0,25)	19(1,0)	25(1,2)
Neeva-52	363 + 57(0,51); 57 + 363(0,51)	—	960 + 960(0,25)	18(1,0)	23(1,2)
Neeva-55	368 + 57(0,51); 57 + 368(0,51)	—	960 + 960(0,25)	18(1,0)	23(1,25)
Ogonjok	600(0,35)+ + 400(0,25)	—	800(0,15)	34(0,49)	34(0,83)
Ogonjok (radioola)	484(0,35)+ + 352(0,25)	—	1072(0,2)	27(0,49)	27(1,0)
Oktava	534 + 82(0,31); 82 + 534(0,31)	—	1230(0,2)	—	35(1,0); 34(0,51)
Oktjabr	340 + 53(0,49) 53 + 340(0,49)	—	880 + 880(0,25)	17(0,8)	10 + 10(1,35)
Pioner	441 + 69(0,4)+ + 376(0,3)	Üks kiht (0,12)	1250 + 1250 (0,14)	23(1,0)	29(1,0)
Promin	715 + 110(0,44)+ +605(0,33)	Üks kiht (0,2)	1650(0,2)	—	43(0,93)
Promin-M	660 + 100(0,44)+ + 560(0,33)	Üks kiht (0,2)	1360(0,2)	—	43(0,93)

1	2	3	4	5	6
Punane RET V-662 Punane RET VV-663	470 + 65(0,44) + + 390(0,35)	—	1050 + 1050(0,2)	23(0,8)	29(1,0)
Radiotehnika T-689	341 + 53(0,6) + + 288(0,45)	—	1050 + 1050(0,2)	16(1,0)	10,5 + 10,5 (1,5)
Radiotehnika T-755	450 + 69(0,44) + + 380(0,31)	—	1260 + 1260 (0,16)	22(0,93) 5Ц4С 28(0,59) 6Ц5С	28(0,93)
Rassvet	591 + 90(0,31); 90 + 591(0,31)	—	1350(0,2)	—	39(1,0); 38(0,31)
Rapsodia Resonans	600 + 93(0,31); 93 + 600(0,31)	—	1350(0,2)	—	39(1,0) 19 + 19(0,64)
Rekord	700 + 320 + 190 (0,35)	—	—	36(0,44)	36(0,85)
Rekord-52 Rekord-53	621 + 284 + 169 (0,35)	—	—	33(0,44)	33(0,85)
Rekord-53M	660 + 102 + 598 (0,25)	—	1250(0,15)	42(0,51)	41(0,93)
Rekord-59	660 + 102 + 588 (0,25)	—	1440(0,18)	—	42(0,93)
Rekord-60	657 + 80 + 583 (0,25)	—	1250(0,15)	—	42(0,93 + + 0,96)
Rekord-60M	737 + 583(0,25)	—	1250(0,15)	—	42(0,93 + + 0,96)
Rekord-61	625 + 75 + 550 (0,25)	—	1380(0,16)	—	40(0,93 + + 0,96)
Rekord-61M Rekord-61M2	700 + 550(0,25)	140 + 150 (0,16)	1380(0,16)	—	40(1,0)

1	2	3	4	5	6
Rekord-601	762 + 598 (0,25)	—	1250 (0,15)	42 (0,51)	41 (0,93)
Rekord-65	700 + 550 (0,25)	Üks kiht (0,16)	1380 (0,16)	—	40 (1,0)
Riga-6	450 + 69 (0,31); 69 + 450 (0,31)	—	1100 + 1100 (0,16)	22 (1,0)	28 (1,0)
Riga-10	341 + 53 (0,44); 53 + 341 (0,44)	—	800 + 800 (0,25)	16 (1,0)	21 (1,5)
Rigonda	592 + 93 (0,44); 93 + 592 (0,44)	—	690 + 690 (0,27)	—	19 + 19 (1,2); 19 + 19 (0,72)
	160 (0,47) + 435 (0,35); 435 (0,35)		1200 (0,23)	—	34 (0,8); 16 + 16 (0,51)
Rigonda-C	592 + 93 (0,44); 93 + 592 (0,44)	—	690 + 690 (0,27)	—	19 + 19 (1,2); 19 + 19 (0,72)
	114 (0,57) + 308 (0,41); 308 (0,41)	—	850 (0,29)	—	23 (1,12); 12 + 11 (0,64)
Rossia	325 + 50 (0,47); 50 + 325 (0,47)	—	750 (0,27)	—	10 + 10 (1,0); 20 (1,0)
Sakta	515 + 80 (0,35); 80 + 515 (0,35)	—	1200 (0,23)	—	34 (0,8)
Salut	359 + 55 (0,33); 55 + 359 (0,33)	—	1200 + 1200 (0,17 — 0,2)	17 (0,9)	21 (1,0)
Serenad	705 + 105 (0,31) + + 570 (0,2)	—	1150 (0,2)	—	44 (1,0)
Sibir	635 + 485 (0,35)	180 (0,16)	1300 (0,16)	—	37 (0,55); 37 (0,44)
Simfonija	458 + 72 (0,64); 72 + 458 (0,64)	—	505 + 505 (0,41)	—	14 + 14 (0,9) 29 + 29 (1,2) 30 + 60 + 40 (0,31)

1	2	3	4	5	6
Sjurpriz-M Sjurpriz	638 + 485 (0,35)	180 (0,16)	1300 (0,16)	—	37 (0,55); 37 (0,55)
Sonata	542 + 83 (0,31); 83 + 542 (0,31)	—	1290 (0,2)	—	35 (1,0); 34 (0,51)
Strela	780 (0,31) + 600 (0,2)	—	1270 (0,2)	—	45 (1,0)
Strela (radioola)	705 + 105 (0,31) + + 570 (0,2)	—	1250 (0,2)	—	45 (1,0)
Zarja	278 + 368 (0,25) + + 834 (0,27) + 48 (0,8)	—	—	—	—
Zarja (radioola)	572 + 93 (0,25) + + 485 (0,27) + 980 + + 36 (0,8)	—	1150 (0,29)	—	36 (0,8)
Zvezda-54	605 + 93 (0,33); 93 + 605 (0,33)	—	1800 + 1800 (0,2)	39 (0,59)	39 (1,04)
Žiguli	534 + 82 (0,31); 82 + 534 (0,31)	— —	1230 (0,2) 780 + 780 (0,2)	— 16 (0,86)	35 (1,0)
Tšaika Tšaika M	315 + 48 (0,41); 48 + 315 (0,41)				12 + 7 (1,0) 38 (0,55);
	550 + 80 + 485 (0,35)	180 (0,16)	1200 (0,16)	—	37 (0,55)
Uraal-1	160 (0,47) + 435 (0,35); 435 (0,35)	—	1200 (0,23)	—	34 (0,8); 16 + 16 (0,51)
Uraal-2	600 + 93 (0,31); 93 + 600 (0,31)	Üks kiht (0,2)	1350 (0,2)	—	39 (1,0) 19 + 19 (0,64)
Uraal-47	400 + 60 (0,31); 60 + 400 (0,31)	—	1320 + 1320 (0,15)	20 (0,8)	26 (0,8)

1	2	3	4	5	6
Uraal-49	400 + 60 (0,31); 60 + 400 (0,31)	—	1050 + 1050 (0,2)	21 (0,8)	27 (0,8)
Uraal-52 } Uraal-53	400 + 60 (0,31); 60 + 400 (0,31)	—	1100 + 1100 (0,2)	19 (0,8)	24 (1,0)
Uraal-57	400 + 60 (0,31); 60 + 400 (0,31)	—	1150 + 1150 (0,2)	20 (0,8)	25 (1,0)
VEF-Akkord	392 + 62 (0,31); 62 + 392 (0,31)	—	910 + 910 (0,2)	20 (0,74)	26 (0,74)
VEF-Radio	160 (0,47) + + 435 (0,35); 435 (0,35)	—	1200 (0,23)	—	34 (0,8) · 16 + 16 (0,51)
VEF M-557	872 + 58 (0,5) + + 315 (0,35)	—	1060 + 1060 (0,16)	18 (0,8)	22 (0,9)
VEF M-697	338 + 52 (0,38); 52 + 338 (0,38)	—	900 + 900 (0,2)	17 (0,8)	21 (1,0)
Vesna	534 + 82 (0,31); 82 + 534 (0,31)	130 (0,2)	1230 (0,2)	—	35 (1,0) 35 (0,51)
Volga	534 + 82 (0,31); 82 + 534 (0,31)	üks kiht (0,2)	1230 (0,2)	—	35 (1,0) 35 (0,51)
Volna	750 + 120 (0,31) + + 630 (0,29)	„ (0,29)	1100 (0,29)	—	22 + 25 (0,93)
Volna (radioola)	954 (0,31) + + 698 (0,23)	—	1250 (0,23)	—	52 (0,93)
Vostok-49	359 + 55 (0,33); 55 + 359 (0,33)	—	820 + 820 (0,18)	18 (1,0)	23 (1,0)
Vostok-57	588 + 90 (0,31); 90 + 588 (0,31)	—	1380 (0,2)	—	35 (0,51); 38 (1,0)
Vostok-6H25	280 + 44 (0,41); 44 + 280 (0,41)	—	900 + 900 (0,2)	14 (0,93)	18 (1,1)
Vostok 7H27	280 + 44 (0,41); 44 + 280 (0,41)	—	900 + 900 (0,2)	14 (0,93)	18 (1,1)

LISA 6. TÖÖSTUSLIKE VASTUVÕTJATE VÄLJUNDTRAFODE ANDMEID

Vastuvõtja tüüp	Mähiste andmed			
	Primaarmähis	Sekundaarmähis	Lisavaljuhääldaja mähis	Tagasisidestusmähis
1	2	3	4	5
Avrora	500 + 1500 (0,16)	65 (0,7)	70 (0,1)	—
Agat	2800 (0,12)	144 (0,33)	—	—
Aras Aras-M	2800 (0,2)	70 (0,74) + 30 (0,2)	—	—
ARZ-49	2000 + 200 (0,12)	87 (0,59)	—	—
ARZ-51	3000 (0,16)	73 (0,51)	—	—
ARZ-54	2500 (0,12)	81 (0,41)	—	—
Baikal	2600 (0,12)	64 (0,51)	—	—
Bakuu	2300 + 100 (0,2)	67 + 3 (0,74)	—	—
Bakuu-58	2600 (0,12)	93 (0,64)	—	—
	1500 (0,12)	21 (0,51)	—	—
Baltika (RZ-1)	2150 (0,15)	58 (0,8)	—	—
Baltika-52	2150 (0,15)	45 (0,8)	—	—
Baltika M-254	2650 (0,12)	44,5 (0,8) + 650 (0,12)	—	3 (0,8)
Belaruss	1525 + 1525 (0,14) 2200 (0,1)	105 (0,72); 1800 + 1800 (0,1)	—	—
Belaruss-53	1725 + 1725 (0,12)	120 (0,72)	505 (0,12)	—
Belaruss-57	1120 + 1120 (0,12)	32 (1,25) + 15 (0,12)	—	350 (0,12)
Belaruss-59	1030 + 1030 (0,14)	29 + 29 (0,8); 14 (0,14)	—	327 (0,14)
Belaruss-62	1000 + 1000 (0,14)	61 + 61 (0,31)	—	400 (0,14)
Belaruss-62C	1250 + 1250 (0,14)	76 (0,14) + 500 (0,31)	—	—
Daugava	500 + 1500 (0,16)	65 (0,7)	70 (0,1)	—

1	2	3	4	5
Dnepropetrovsk	2530 (0,12)	50 (0,69)	850 (0,1)	—
Dnipro-52	2530 (0,11)	51 + 20 (0,60)	—	—
Dnipro-58	2530 (0,11)	93 (0,51)	—	—
Donets	2660 (0,12)	64 (0,51)	—	—
Dzintars	650 + 2250 (0,15)	80 (0,64)	—	—
Družba	1140 + 1140 (0,15)	70 + 70 (0,38);	—	—
	2000 (0,12)	35 (0,51)	—	—
Elektrosignal-2	840 + 1360 (0,13)	56 (0,9)	—	—
Estonia	800 + 800 (0,18)	13 (1,0)	300 (0,18)	—
Estonia-2	2000 (0,11)	30 (0,59)	—	—
	600 + 200 + 200 + 600 (0,16)	13 (1,0)	—	300 (0,16)
Estonia-3	840 + 280 + 280 + 840 (0,15)	37 (0,64)	—	420 (0,15)
	2000 (0,11)	35 (0,55)	—	—
Estonia-3M	840 + 280 + 280 + 840 (0,15)	37 (0,64)	—	420 (0,15)
Fakel	60 + 2600 (0,12)	54 (0,51)	—	—
Fakel-M	520 (0,12)			
Festival	1000 + 250 + 250 + 1000 (0,14)	35 + 15 + 30 (0,69)	—	—
Gamma	64 + 2500 (0,12)	82 (0,64) + 148 (0,12);	—	—
	5500 (0,15)	350 + 350 (0,31)		
Harkov	2660 (0,12)	53 (0,8)	—	—
Iževsk	75 + 2425 (0,12)	48 (0,64)	—	—
Irtõš Iset	500 + 1500 (0,16)	65 (0,7)	70 (0,1)	—
Italmas	2600 (0,12)	93 (0,64)	—	—
Kaasan-57	3500 + 265 (0,14)	100 (0,64)	—	—
Kasahstan	2400 + 2400 (0,1)	120 (0,44)	1500 (0,18)	—
Jugdon	75 + 2425 (0,12)	48 (0,64)	—	—
Junost	2530 (0,11)	93 (0,51)	—	—
Kaama	2850 + 150 (0,1)	60 (0,64)	—	—

1	2	3	4	5
Kaama-61	2000 (0,12)	60 (0,47)	—	—
	95 + 2900 (0,12)	20 + 90 (0,64)	—	—
Kometa	2600 (0,12)	3 + 90 (0,64)	—	—
		2 + 48 (0,8)		
	2500 (0,05)	125 (0,51)	—	—
Latvija (RH-59)	2000 (0,12)	23 (0,51)	—	—
Latvija-M	95 + 2900 (0,12)	50 (0,8)	—	—
Latvija	1100 + 1100 (0,17)	115 (0,7)	—	—
Leningrad	1850 + 1850 (0,12)	308 (0,21) + 85 + 7 (0,8)	—	—
Leningradets	1225 + 125 (0,12)	45 (0,69)	—	—
Lira	2600 (0,12)	72 + 34 (0,51)	—	—
Luks (PK-156)	1140 + 1140 (0,15)	70 + 70 (0,38);	—	—
	2000 (0,12)	35 (0,51)	—	—
Luks-2 (PH-158)	1140 + 1140 (0,15)	70 + 70 (0,38)	—	—
	2000 (0,12)	28 (0,51)	—	—
Majak	2660 (0,12)	64 (0,51)	—	—
Melodia	1950 (0,15)	2 + 68 (0,59)	—	—
Melodia-64	95 + 2900 (0,12)	50 (0,8)	—	—
Minsk	2400 (0,12)	64 (0,72)	576 (0,12)	—
Minsk R-7	2400 (0,12)	64 (0,72)	576 (0,12)	—
Minsk R-7-55	2400 (0,12)	64 (0,72)	576 (0,12)	—
Minsk-55	1700 + 1700 (0,12)	120 (0,74)	625 (0,12)	—
Minsk-58	2400 + 145 (0,12)	57 + 12 (0,85)	750 (0,12)	—
Minsk-61	2700 (0,1)	58 (0,55)	—	—
Mir (M-152)	1000 + 1000 (0,18)	490 (0,1) + 42 (1,25)	—	—
Mir-(M-154)	1250 + 1250 (0,15)	420 (0,1) + 40 (1,25)	—	—
Moskvitš-V	2850 + 150 (0,1)	60 (0,64)	—	—
Moskvitš-3	2850 (0,1)	60 (0,64)	—	—
Muromets	2600 (0,12)	32 + 32 (0,51)	—	—
Muromets-62M	2600 (0,12)	72 + 34 (0,51)	—	—

1	2	3	4	5
Neeva-48	2600 (0,23)	80 (1,0)	—	—
Neeva-51	1300 + 1300 (0,23)	80 (1,0)	—	—
Neeva-52	2600 (0,23)	81 (1,0)	—	—
Neeva-55	400 + 2500 (0,2)	80 (0,8)	600 (0,15)	—
Ogonjok	1960 (0,1)	78 (0,42)	—	—
Ogonjok	2000 (0,15) + + 500 (0,15 — 0,16)	58 (0,83)	—	—
Oktava	2600 (0,12);	3 + 90 (0,64);	—	—
	2000 (0,12)	28 (0,51)	—	—
Oktjabr	1200 + 1200 (0,15)	38 (1,35)	5 + 400 (0,15)	—
Pioner	3500 (0,14)	78 (0,77)	—	—
Promin	2230 + 150 (0,11)	60 (0,51)	—	—
Promin-M	2380 + 150 (0,11)	130 (0,41)	—	—
Punane RET VV-662 } Punane RET VV-663 }	1625 + 1625 (0,2)	80 (0,8)	—	175 (0,2)
Raadiotehnika T-689	2500 (0,18)	95 + 105 (0,64)	—	—
Raadiotehnika T-755	1800 (0,15)	46 (0,64)	—	—
Rassvet	2660 (0,12)	32 + 32 (0,51)	—	—
Rapsodia	2000 (0,12);	60 (0,47);	—	—
	95 + 2900 (0,12)	20 (0,64) + 90 (0,24)	—	—
Rekord	1800 (0,12)	32 + 53 (0,55)	1500 (0,1)	—
Rekord	2400 + 200 (0,12)	66 (0,59)	—	—
Rekord-47	2000 + 200 (0,12)	87 (0,59)	—	—
Rekord-52 } Rekord-53 }	2600 + 200 (0,12)	66 (0,51)	—	—
Rekord-53M	2600 + 200 (0,12)	90 (0,44)	—	—
Rekord-59	2592 + 150 (0,12)	54 (0,64)	—	—
Rekord-60	2600 (0,12)	90 (0,44)	—	—
Rekord-60M	2600 (0,12)	90 (0,44)	—	—
Rekord-61	2800 (0,12)	99 (0,44)	—	—

1	2	3	4	5
Rekord-61M Rekord-61M2	2800 (0,12)	144 (0,33)	—	—
Rekord-601	2600 (0,12)	90 (0,44)	—	—
Rekord-65	2800 (0,12)		—	—
Riga-6	2800 (0,15)	70 (0,64)	—	—
Riga-10	1100 + 1100 (0,15)	88 (0,44) × 2	370 (0,1)	—
Rigonda	540 + 1860 (0,15)	100 (0,74)	—	—
	650 + 2250 (0,15)	120 (0,55)	—	—
Rigonda-C	540 + 1860 (0,15)	100 (0,74) + 46 (0,15)	—	—
	659 + 2250 (0,15)	120 (0,55) + 50 (0,15)	—	—
Rossia	1140 + 1140 (0,15)	70 + 70 (0,38);	—	—
	2000 (0,12)	35 (0,51)	—	—
Sakta	650 + 2250 (0,15)	80 (0,64)	—	—
Salut	4000 (0,13)	86 (0,6)	—	—
Serenada	2500 (0 15)	62 (0,59)	—	—
Sibir	2800 (0,12)	144 (0,33)	—	—
Simfonija	1000 + 300 + 300 + 1000 (0,14)	82 (0,69)	—	—
Sirius Sirius-M	2800 (0,12)	144 (0,33)	—	—
Sonata	95 + 2900 (0,12)	50 (0,8)	—	—
Strela	2500 (0,15)	62 (0,59)	—	—
	2000 (0,12)	28 (0,51)	—	—
Zarja	2380 (0,11)	97 (0,55)	—	—
Zvezda-54	2600 (0,23)	61 (1,0)	1040 (0,1)	—
Ziguli	2600 (0,12);	90 + 3 (0,64)	—	—
Tšaika	600 + 1650 (0,15)	64 (0,8)	—	—
Tšaika-M	2800 (0,12)	144 (0,33)	—	—
Ural-1	650 + 2250 (0,15)	80 + 40 (0,55)	—	—

1	2	3	4	5
Ural-2	2000(0,12)	60(0,47)	—	—
	95 + 2900(0,12)	20 + 90(0,64)	—	—
Uraal-47	2700(0,15)	63(0,69)	—	—
Uraal-49	2043 + 570 + 85(0,15)	73(0,8)	—	—
Uraal-52 / Uraal-53	2045 + 655(0,15)	73(0,8)	—	—
Uraal-57	2500(0,15)	48(0,8)	—	—
Vesna	2600(0,12)	72 + 34(0,51)	—	—
Volga	2600(0,12)	90 + 3(0,64);	—	—
	2000(0,12)	28(0,51)	—	—
Vostok-49	2800(0,12)	79(0,64)	—	—
Vostok-57	2592(0,12)	54(0,64)	—	—
Vostok 6H25	2000 + 2000(0,13)	32(0,5)	—	—
Vostok 7H27	2000 + 2000(0,13)	32(0,5)	—	—
VEF-Akkord	2650(0,12)	45(0,8) + 650(0,12)	—	—
VEF	650 + 2250(0,15)	80 + 40(0,55)	—	—
VEF M-557	3200(0,13)	66(0,7)	—	—
VEF M-697	2000(0,12)	55(0,8)	—	—
A-5	2400(0,15)	42 + 8(0,74)	—	—
A-8 / A-8M	2000(0,15)	44 + 2,5(0,59)	—	—
A-9	1500(0,12);	47(0,8)	—	—
	1500(0,12);			
A-12 / A-17	2600(0,12)	70(0,59)	—	—
A-12a / A-17a	2600(0,12)	35 + 35(0,59)	—	—
A-18	120 + 120(0,31);	67(0,08);	—	—
	750(0,15)	150(0,33)	—	—
			—	—

1	2	3	4	5
A-695	1250 + 1250 (0,15);	72 + 4 (0,72);	—	—
	4000 (0,07)	1050 + 1050 (0,1)	—	—
AT-64	120 + 120 (0,31);	64 (0,8);	—	—
	900 (0,15)	156 (0,23)	—	—
			—	—
Harkov-61 }	2650 (0,12)	41 (1,0)	—	—
Harkov-63 }				
Kaasan-2	3500 (0,14)	100 (0,64)	—	—
Minija-2	3500 (0,12)	65 + 65 (0,59)	—	—
Neringa	2600 (0,12)	3 + 90 (0,64)	—	—
	2000 (0,12)	28 (0,51)	—	—
Vaiva	3500 (0,12)	65 + 65 (0,59)	—	—

LISA 7. TÖÖSTUSLIKE TRANSISTORVASTUVÕTJATE SISEND- JA VÄLJUNDTRAFODE ANDMEID

Vastuvõtja nimetus	Sisendtrafo		Väljundtrafo	
	Mähiste andmed			
	Primaarmähis	Sekundaarmähis	Primaarmähis	Sekundaarmähis
1	2	3	4	5
Almaz	2500 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	102 (0,23)
Alpinist	2200 (0,1)	260 + 260 (0,1)	405 + 405 (0,12)	90 + 10 (0,38)
Atmosfera	1800 (0,1)	400 + 400 (0,1)	—	—
Atmosfera-2	1800 (0,1)	400 + 400 (0,1)	400 + 400 (0,15)	85 (0,31)
Atmosfera-2M				
Ausma	—	—	1200 (0,1)	200 + 200 (0,25)
Efir	1400 (0,1)	360 + 360 (0,15)	240 + 240 (0,25)	68 (0,64)
Efir-M	1400 (0,1)	360 + 360 (0,15)	220 + 220 (0,23)	170 (0,51)
Jupiter	1500 (0,08)	190 + 190 (0,08)	360 + 360 (0,08)	94 (0,23)
	2700 (0,08)	350 + 350 (0,08)	513 + 513 (0,08)	108 (0,23)
Jupiter-M	1500 (0,08)	190 + 190 (0,08)	360 + 360 (0,08)	75 + 3 (0,23)
Gauja	1600 (0,08)	500 + 500 (0,08)	450 + 450 (0,11)	57 + 57 (0,25)
Kiiev-7	2500 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	115 (0,2)
Kosmonavt	800 (0,15)	200 + 200 (0,18)	120 + 120 (0,27)	60 + 4 (0,44)
Kosmos	1000 (0,05)	350 + 350 (0,06)	250 + 250 (0,08)	80 (0,2)
Lastotška	2500 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	102 (0,23)
Lastotška-2	2500 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	125 (0,25)
Minsk	750 (0,1)	350 + 350 (0,18)	200 + 200 (0,27)	91 + 1 (0,51)
	750 (0,1)	350 + 350 (0,18)	140 + 140 (0,31)	52 + 1 (0,51)
Minsk-T	1800 (0,1)	450 (0,1)	280 + 280 (0,27)	47 + 1 (0,31 — 0,44)
Mir	2500 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	76 + 1 (0,23)
Narotš	1800 (0,1)	450 + 450 (0,12)	180 + 180 (0,23)	47 + 1 (0,51)

1	2	3	4	5
Neeva Neeva-2	2500 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	102 (0,23)
Neiva	2700 (0,08)	350 + 350 (0,08)	513 + 513 (0,08)	108 (0,23)
Planeta	2500 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	115 (0,2)
Rubin-17	1000 (0,05)	350 + 350 (0,06)	250 + 250 (0,08)	80 (0,2)
Saturn	1500 (0,08)	190 + 190 (0,08)	360 + 360 (0,08)	47 + 47 (0,23)
Selga	1600 (0,08)	500 + 500 (0,08)	225 + 225 (0,15)	66 (0,35)
Signal	2700 (0,06)	350 + 350 (0,06)	500 + 500 (0,08)	108 (0,27)
	2200 (0,06)	285 + 285 (0,06)	360 + 360 (0,08)	75 + 3 (0,23)
Sokol	2500 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	102 (0,23)
Sonat	1500 (0,11)	500 + 500 (0,11)	400 + 400 (0,15)	100 (0,44)
Spidola	2200 (0,1)	480 + 480 (0,14)	350 + 350 (0,18)	184 (0,29)
Start-2	2700 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	102 (0,23)
Suvenir	1500 (0,1)	500 + 500 (0,1)	250 + 250 (0,2)	70 (0,44)
Sjurpris	1600 (0,1)	500 + 500 (0,1)	245 + 245 (0,18)	245 (0,2)
Topaz-2	2700 (0,06)	350 + 350 (0,06)	450 + 450 (0,09)	102 (0,23)
Voshod	700 (0,18)	350 + 350 (0,18)	700 + 700 (0,25)	82 (0,47)
Voshod-2	2500 (0,11)	500 + 500 (0,11)	250 + 250 (0,23)	47 (0,51)
VEF-Spidola-10	2200 (0,1)	480 + 480 (0,14)	350 + 350 (0,18)	92 (0,29) × 2

LISA 8. PINGETE, VOOLUDE JA VÕIMSUSTE SUHTED DETSIBELLIDES

Detsibellid	Pingete ja voolude suhted	Võimsuste suhted	Detsibellid	Pingete ja voolude suhted	Võimsuste suhted
0	1,00	1,00	31	35,48	1 259
1	1,12	1,26	32	39,81	1 585
2	1,26	1,58	33	44,67	1 990
3	1,41	1,99	34	50,12	2 510
4	1,58	2,51	35	56,23	3 160
5	1,78	3,16	36	63,10	3 980
6	1,99	3,98	37	70,79	5 010
7	2,24	5,01	38	79,43	6 310
8	2,51	6,31	39	89,13	7 940
9	2,82	7,94	40	100,0	10 000
10	3,16	10,00	41	112,2	12 600
11	3,55	12,59	42	125,9	15 800
12	3,98	15,85	43	141,3	19 900
13	4,47	19,95	44	158,5	25 100
14	5,01	25,12	45	177,8	31 600
15	5,62	31,62	46	199,5	39 800
16	6,31	39,81	47	223,9	50 100
17	7,08	50,12	48	251,2	63 100
18	7,94	63,10	49	281,8	79 400
19	8,91	79,43	50	316,2	100 000
20	10,00	100,00	51	354,8	126 000
21	11,22	125,9	52	398,1	158 000
22	12,59	158,5	53	446,7	199 000
23	14,13	199,5	54	510,2	251 000
24	15,85	251,2	55	562,3	316 000
25	17,78	316,2	56	631,0	398 000
26	19,95	398,1	57	707,9	501 000
27	22,39	501,2	58	794,3	631 000
28	25,12	631,0	59	891,3	794 000
29	28,18	794,3	60	1000,0	1 000 000
30	31,62	1000,0			

LISA 9. TEKSTIS JA JOONISTEL TARVITATAVAID ELEKTRO- JA RAADIOTEHNILISI TÄHISEID

A — ampermeeter
AA — aseantenn
AD — amplituuddetektor
AM — amplituudmoduleeritud
AVR — automaatne võimendusregulaator
C — elektriline mahtuvus
C_x — mõõdetav mahtuvus
C_t — trimmerkondensaator
C_{ak} — elektronlambi anoodi ja katoodi vaheline mahtuvus
C_e — etalonkondensaator
C_{ga} — elektronlambi võre ja anoodi vaheline mahtuvus
C_{gk} — elektronlambi võre ja katoodi vaheline mahtuvus
C_k — katoodi šuntkondensaator
D — detektor, üldine
E — elektromotoorjõud
E_g — võre-eelpinge
EL — elektronlamp
FM — sagedusmoduleeritud
F_{max} — kõrgeim modulatsioonisagedus
f — sagedus
f_0 — keskmine kandesagedus
f_{max} — kõrgeim kandesagedus
f_{min} — madalaim kandesagedus
f_{os} — ostsillaatorsagedus
f_s — signaalisagedus
f_{sp} — peegelsagedus
f_t — tuikesagedus
f_v — vahesagedus
G — võre
HL — huumlamp
I — elektrivool (üldkujul)
I_v — voltmeetri poolt tarbitav vool
I_a — ampermeetri poolt tarbitav vool või anood-alalisvool
I_f — küttevool
I_g — võrevool
I_m — mõõteriista poolt tarbitav vool
I_R — takistust läbiv vool
K — katkesti
L — induktiivsus, pool
L_x — tundmatu induktiivsus
L_p — paispool
L_e — induktiivsuse etalon
L_A — antennipool
L_t — tagasisidestuspool
LV — lampvoltmeeter
OS — ostsillaator
P — elektriline võimsus
PV — pingevõimendi
P_a — ampermeetri poolt tarbitav võimsus või lambi anoodi kaovõimsus

P_v — voltmeetri poolt tarbitav võimsus või elektronlambi väljundvõimsus
R, r — elektriline takistus
R_a — ampermeetri sisetakistus või anood-koormustakistus
R_e — eeltakistus
R_g — võretakistus
R_i — elektronlambi sisetakistus
R_m — mõõteriista sisetakistus
$R_š$ — šunttakistus
R_v — voltmeetri sisetakistus
R_x — tundmatu takistus
S — elektronlambi tõus
SD — sagedusdetektor
SG — signaalgeneraator
SM — sagedusmuundi
SV — sisendvõnkering
Z — näivtakistus (impedants)
Z_v — valjuhääldaja võnkepooli impedants
Tr — trafo
U — pinge
ULL — ultralühilaine
U_a — anood-alalispinge või pingelang ampermeetris
U_f — küttepinge
U_g — võre-vahelduvpinge
U_m — mõõteriista pinge või pinge amplituudsuurus
U_R — pingelang mõõdetaval takistusel
U_v — voltmeetriga mõõdetav pinge või väljundpinge
V — voltmeeter
VH — väljuhääldaja
VM — väljundimõõtja
VSV — vahesagedusvõimendi
VV — võimsusvõimendi
w — keerdude arv
$ÜL$ — ümberlüliti
ÜKS — ülikõrgsagedus
X_C — mahtuvustakistus
X_L — induktiivtakistus
ω — nurksagedus ($2\pi f$)
μ — elektronlambi võimendustegur

KASUTATUD KIRJANDUS

Н. В. Громов, Т. Д. Залесов, Б. К. Карро-Эст. Телевизоры, радиоприемники, мангитофоны, проигрыватели. Лениздат, 1966.

В. К. Лабутин. Книга радиомастера. «Энергия», 1962.

Ю. Г. Рехвиашвили, А. А. Бачинский. Радиоприемники, радиолы, магнитофоны, радиограммофоны. «Связь», 1967.

В. А. Ломанович, М. М. Румянцев. Пособие для подготовки мастеров по ремонту радиоприемников. «Энергия», 1964.

Справочник по полупроводниковым диодам и транзисторам. «Энергия», 1964.

N. V. Gogoli nim.
Tartu Linna
Keskraamatukogu

SISUKORD

Eessõna 3

1. peatükk

Raadiovastuvõtjate üldiseloomustus, liigid ja lahterskeemid

1.1. Raadiovastuvõtjate üldiseloomustus 5
1.2. Raadiovastuvõtjate liigitus 6

2. peatükk

Mõõteseadmed

2.1. Üldist 13
2.2. Mõõteindikaatorid 14
2.3. Avomeetrid 16
2.4. Elektronvoltmeetrid 18
2.5. Väljundimõõtja 29
2.6. Takistuse ja mahtuvuse mõõtesild 30
2.7. Signaalgeneraatorid 32
2.8. Helisagedusgeneraatorid 43
2.9. Signaaliindikaatorid 50
2.10. Transistoride prooviseadmed 52
2.11. Elektronlampide prooviseade 60

3. peatükk

Mõõtetehnika

3.1. Üldist 63
3.2. Pinge mõõtmine 64
3.3. Voolu mõõtmine 69
3.4. Takistuse mõõtmine 69
3.5. Mahtuvuse mõõtmine 73
3.6. Induktiivsuse mõõtmine 75
3.7. Prooviseadiste rakendamine 77
3.8. Raadiovastuvõtjate iseloomustussuuruste mõõtmine 80

4. peatükk

Raadiovastuvõtja üksikosades esinevaid vigu

4.1. Elektronlampide ja pooljuhtdioodide kontrollimine 95
4.2. Muudes üksikosades esinevaid vigu 97
4.3. Trükkmontaaži remontimine 106

5. peatükk

Supervastuvõtjate rikete avastamine

5.1. Ülevaade raadiovastuvõtjates sagedamini esinevatest riketest ja nende põhjustest 111
5.2. Üldisi juhiseid rikete avastamiseks ja kõrvaldamiseks . . . 115
5.3. Rikked vastuvõtja alaldis 123
5.4. Rikked võimsusvõimendis 134
5.5. Rikked madalsagedus-pingevõimendis 148
5.6. Rikked amplituud- ja sagedusdetektoris 152
5.7. Rikked vahesagedusvõimendis 164
5.8. Rikked muundusastmes 170
5.9. Rikked kõrgsagedusvõimendis 182
5.10. Rikked ULL-blokis 186
5.11. Automaatses võimenduse reguleerseadises esinevaid rikkeid 190
5.12. Rikkeid optilises häälestusindikaatoris 192
5.13. Rikkeid radioolade heliplaadiseadistes 193
5.14. Rikkeid magnetoolade magnetofonides 198

6. peatükk

Transistorvastuvõtjate korrastamine

6.1. Transistorvastuvõtjate rikete avastamise iseärasused . . . 207
6.2. Rikkeid võimsusvõimendis 213
6.3. Rikkeid faasipöörajas 216
6.4. Rikked madalsagedus-eelvõimendis 218
6.5. Rikked amplituuddetektoris 220
6.6. Rikked vahesagedusvõimendis 222
6.7. Rikked muundusastmes 226
6.8. Automaatses võimenduse reguleerseadises esinevaid rikkeid 231

7. peatükk

Supervastuvõtjate reguleerimine ja häälestamine

7.1. Üldjuhiseid 233
7.2. Madalsagedusvõimendi 234

7.3. AM-vastuvõtjate vahesagedusvõimendi 239
7.4. AM-vastuvõtjate sagedusmuundi ja kõrgsagedusvõimendi . 245
7.5. FM-vastuvõtjad 258
7.6. Transistorvastuvõtjad 264

8. peatükk

Raadiohäirete vähendamine

8.1. Üldandmeid 267
8.2. Häirevaba vastuvõtuantenn 269
8.3. Tööstuslike raadiohäirete vähendamine tekkekohas 271

9. peatükk

Raadiovastuvõtja trafode ja silumisfiltri paispooli arvutus

9.1. Toitetrafo 276
9.2. Väljundtrafo 283
9.3. Silumisfiltri paispool 286

10. peatükk

Raadiovastuvõtjate korrastamiseks vajalikud materjalid ja töövõtted

10.1. Liimid, värvid, kitid ja muud ained 292
10.2. Jootevahendid ja jootmine 296

Lisad

Lisa 1. Elektronlampide elektrilisi andmeid ja sokliühendusi . . 307
Lisa 2. Pooljuhtdioodide iseloomustussuurused 321
Lisa 3. Transistoride elektrilisi andmeid ja sokliühendusi . . . 323
Lisa 4. Kodumaiste valjuhääldajate elektrilisi andmeid 329
Lisa 5. Tööstuslike vastuvõtjate toitetrafode andmeid 332
Lisa 6. Tööstuslike vastuvõtjate väljundtrafode andmeid . . . 342
Lisa 7. Tööstuslike transistorvastuvõtjate sisend- ja väljundtrafode andmeid 349
Lisa 8. Pingete, voolude ja võimsuste suhted detsibellides . . 351
Lisa 9. Tekstis ja joonistel tarvitatud elektro- ja raadiotehnilisi tähiseid 352
Kasutatud kirjandus 353

Эдуард Якооби. РЕМОНТ РАДИОПРИЕМНИКОВ. На эстонском языке. Обложка Э. Тали. Издательство «Валгус», Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

*

Toimetaja L. Abo. Kunstiline toimetaja R. Kelu. Tehniline toimetaja A. Muna. Korrektor J. Nurme. Laduda antud 26. XII 1968. Trükkida antud 28. XI 1969. Paber 54 × 84/16. Trükipoognaid 22,5. Tingtrükipoognaid 18,9. Arvestuspoognaid 19,43. Trükiarv 10 000. MB-08157. Tellimuse nr. 7624. Hans Heidemanni nim. Trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. II.

Hind rbl. 1.21.

Rbl. 1.21

A
30313

260479

