T. ALT, E. JAKOOBI

RAADIOKORRASTAJA KÄSIRAAMAT

A - 23100

E. ALT ja E. JAKOOBI

RAADIOKORRASTAJA KÄSIRAAMAT

[illegible]

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS • TALLINN 1960

Käsiraamatu eesmärgiks on abistada nii noori raadiohuvilisi kui ka kogenumaid raadiokorrastajaid vastuvõtja rikete leidmisel ja kõrvaldamisel. Peale rikete avastamise metoodika kirjeldatakse mitmesuguseid raadiokorrastamisel vajalikke mõõteseadiseid ning antakse juhiseid nende kasutamiseks. Lisana on toodud elektronlampide ja teiste vastuvõtja üksikosade tehnilised andmed.

Arvamused ja soovid raamatu kohta palutakse saata Eesti Riikliku Kirjastuse tehnilise kirjanduse toimetusele, Tallinn, Pärnu mnt. 10.

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
57490

Retsenseerinud J. Elgas ja A. Toone

EESSÕNA

Meie kodumaa jõudsalt arenev raadiotööstus annab tarbijaskonnale iga päevaga ikka kvaliteetsemaid ringhäälingu-vastuvõtjaid. Mida parem aga on raadiovastuvõtja kõigi oma tehniliste näitajate poolest, seda keerulisem on ta konstruktsioon ning seda suurem rikete tekkimise võimalus temas.

Kuna seniajani pole eesti keeles ilmunud ühtki raamatut, mis käsitleks ringhäälingu-vastuvõtjate vigade avastamist ja nende kõrvaldamist, siis loodavad autorid selle teosega seda lünka kas või osaliselt täita.

Käsiraamat on esmajärjekorras mõeldud mitmesugustes raadioringides ja ka kodus raadioalal töötavatele noortele, kelledel tekib sageli raskusi iseehitatud vastuvõtja viimistlemisel või selles vigade otsimisel.

Ka vilunumaile raadiokorrastajaile ei peaks käesolev käsiraamat olema üleliigne, sest teos käsitleb põhiosana vigade leidmise metoodikat, mille rakendamine soodustab rikete kiiremat leidmist ja kõrvaldamist.

Et tegutseda vastuvõtja rikete avastamisel teadlikult, on käsiraamatu algul lühidalt kirjeldatud supervastuvõtja üksikute astmete ehitust ja nende töötamise põhimõtet.

Vastuvõtja rikete avastamine ja korrastamine ei ole mõeldav ilma vastavate mõõteseadisteta. Seepärast on käsiraamatus antud vajalikumate ja isevalmistatavate mõõteseadiste ehituskirjeldused. Suur osa nendest mõõteseadistest on katseliselt valmis ehitatud ning veendutud nende laitmatus töötamises. Järgnevalt käsitletakse põhiliselt teises peatükis kirjeldatud mõõteseadiste rakendamist praktilistel mõõtmistel, s. o. mõõtetehnikat.

Käsiraamatu tuumaks on peatükk, kus on toodud ringhäälingu-supervastuvõtja rikete avastamise metoodika. Teose see peatükk on koostatud vigade otsimise niisuguses järjekorras, nagu see on osutunud otstarbekohaseks enamiku suurte kogemustega raadiokorrastajate praktiliste kogemuste põhjal. Samas osas antakse ka juhiseid vastuvõtja tähtsamate üksikosade remontimiseks.

Järgnevalt käsitletakse vastuvõtja võrgu- ja sobitustrafo ning silumisfiltri paispooli arvutamist ja ehitamist. Et raadiokorrastajal tuleb sageli valmistada riknenud võrgutrafode asendamiseks uusi, siis nende trafode arvutuse lihtsustamiseks ja aja kokkuhoiuks on raamatu selles osas

toodud kompleksnomogramm ning tabel, millede järgi valmistatud trafod on oma elektriliste näitajate poolest praktiliselt küllaltki täpsed.

Käsiraamatu viimases peatükis vaadeldakse raadiovastuvõtjate korrastamiseks tarvisminevaid materjale, tööriistu ja töövõtteid. Selles peatükis on toodud terve rida mitmesuguste raadioremondil sageli vajalike liimide, värvide, kittide jne. retsepte, samuti remondiks tarvilike tööriistade loetelu ning nende lühike kirjeldus. Et jootetöödel on raadioremondi juures suur tähtsus, siis on siin antud küllaldaselt erineva koostisega räbustajate ja joodiste retsepte ning kirjeldatud ammendavalt jootmistehnikat üldse.

Teose lisades on toodud levinumate kodumaiste elektronlampide, katoodkiiretorude, pooljuhtdioodide ja -trioodide elektrilised andmed ning sokliühendused ja andmeid valjuhääldajate, sobitus- ning võrgutrafode jms. kohta.

Käsiraamatu koostamisel on eeldatud, et lugeja on juba tuttav raadiotehnika põhialustega.

Käesolevas käsiraamatus võib esineda lünki, kuigi neid on püütud kõigiti vältida. Autorid oleksid väga tänulikud, kui lugejad avaldaksid oma arvamusi ja soove selle raamatu kohta.

Autorid

I peatükk

I. RAADIOVASTUVÕTJATE TÖÖTAMISE PÕHIALUSED

1. RAADIOSAATE JA -VASTUVÕTU PÕHIALUSED

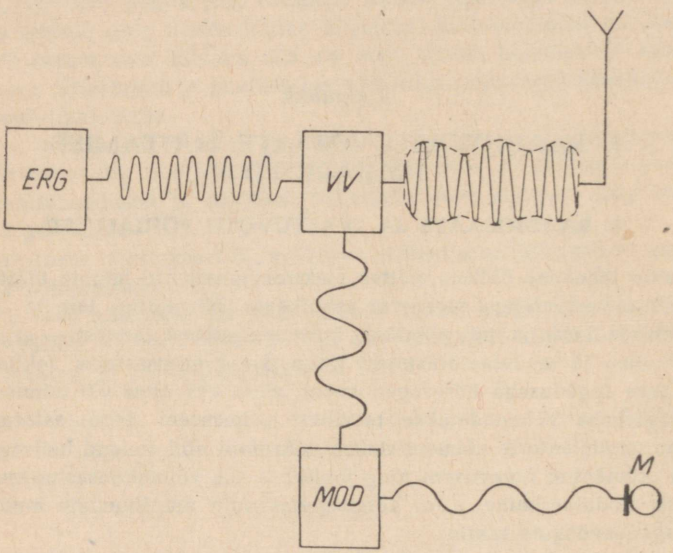
Raadio tähendab üldises mõttes elektromagnetiliste lainete tekitamise ja nende vastuvõtuga tegelevat tehnikaala. Nimetatud lainete tekitajaks on raadiosaatja, mis põhiliselt koosneb kolmest astmest — ergutus-, võimendus- ja modulaatorastmest (joon. 1). Ergutusastmes tekitatakse soovitava sagedusega kõrgsagedusvool, mida kas ühes või mitmes võimendusastmes võimendatakse tarviliku võimsuseni. Modulaatorastmes ehk nn. modulaatoris võimendatakse mikrofoni abil saadud helisagedusvoolu ettenähtud tugevuseni ning juhitakse siis võimendusastmesse, kus toimub moduleerimine, s. o. kõrgsagedusvoolu amplituudide muutmine helisagedusvõngete taktis.

Amplituudmodulatsiooni kõrval kasutatakse tänapäeval laialdaselt, eriti ultralühilainetel töötavates saatjates, sagedusmodulatsiooni, mis kujutab endast kõrgsagedusvoolu sageduse muutmist helisagedusvõngete järgi. Ka sagedusmodulatsiooniga saatjas on põhiosadeks modulaator — sagedusmodulaator, ja kõrgsagedusvoolu tekitav generaator (joon. 2).

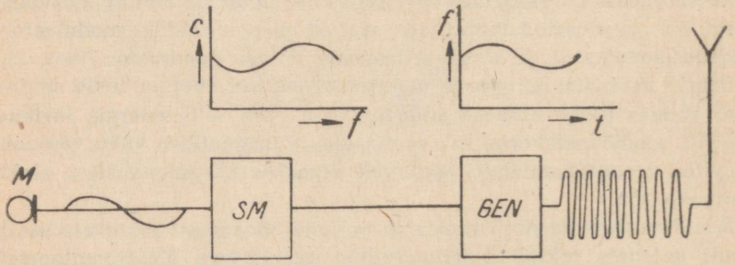
Saatja antennist kiirgunud elektromagnetiline energia levib ühtlaselt igas suunas (välja arvatud suundsaatjad). Kui selle energia levikualal asetseb raadiovastuvõtja, siis saatja elektromagnetilise välja jõujooned, lõigates vastuvõtuantenni, tekitavad viimases kõrgsagedusliku elektromotoorse jõu.

Raadiovastuvõtja peab eraldama paljude üheaegselt töötavate saatjate poolt antennis tekitatud mitmesuguse sagedusega elektromotoorsetest jõududest ainult selle, mille sagedus vastab saatjale, mida soovitakse vastu võtta. Seda vastuvõtja omadust nimetatakse ta eraldusvõimeks ehk selektiivsuseks, mis rajaneb resonantsinähtuse kasutamisel. Selektiivsuse saavutamiseks on igas vastuvõtjas võnkeringid, mis koosnevad poolidest ja kondensaatoritest. Poolide induktiivsuse või kondensaatorite mahtuvuse muutmise teel on võimalik viia võnkeringid resonantsi ehk häälestada vastuvõetava saatja sagedusega. Resonantsi puhul tekib võnkeringis resonantsvõimendus, mis tähendab seda, et selle saatja

elektromotoorne jõud, mille sagedusega võnkering on resonantsis, ületab võnkeringis palju kordi kõigi teiste saatjate või teiste elektromagnetiliste energiaallikate (näiteks tööstuslike raadiohäirete allikad — blokeerimata elektrimasinad, röntgeniaparaadid jne.) elektromotoorse jõu. Seetõttu ongi võimalik ainult ühe, soovitud raadiosaatja vastuvõtt.



Joon. 1. Amplituudmodulatsiooniga saatja lahterskeem.



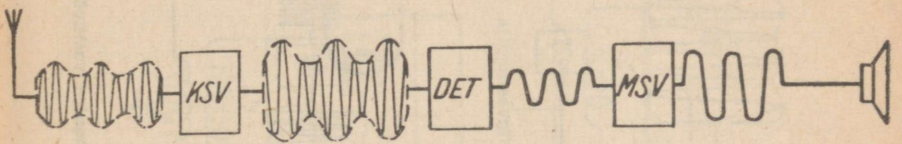
Joon. 2. Sagedusmodulatsiooniga saatja lahterskeem.

Kuid vastuvõtuantenn ammutab saatja poolt väljakiiratud elektromagnetilise välja energiast ainult väga väikese osa, mistõttu viimasest ei piisa näiteks heli tekitamiseks valjuhääldajas. Nimetatud põhjusel tuleb vastuvõtjates kasutada võimendajaid, mis suurendavad vastuvõtja järgmisele astmele antava pinge amplituudi.

Kõrgsagedusvool, vaatamata sellele, et ta on küllaldaselt võimendatud, ei saa tekitada vastuvõtja väljeastmest toituvates telefonides või valjuhääldajas heli. Kui telefonide või valjuhääldaja membraan olekski võimeline sooritama vastavalt kõrgsagedusvoolu sagedusele miljoneid võnkeid sekundis, siis ei oleks ikkagi midagi kuulda, sest helisageduse amplituudi keskväärtus võrduks sel puhul nulliga. Seepärast peab vastuvõtja eraldama moduleeritud kõrgsagedusvoolust helisagedusvoolu. Seda ülesannet täidab detektor ehk demodulaator. Põhimõtteliselt võib amplituudmodulatsiooni puhul detektorina töötada ükskõik missugune elektriline ventiil, s. o. seadis, mis omab ühesuunalise juhtivuse. Tavaliselt kasutatakse selleks elektronlampe ja viimasel ajal ka germaanium-pooljuhtdetektoreid.

Vastavalt sellele, kuidas toimub vastuvõtjas kõrgsageduspinge võimendamine, liigitatakse need otsevõimendus-vastuvõtjateks (otsevastuvõtjad) ja superheterodüünvastuvõtjateks (supervastuvõtjad).

Otsevastuvõtjates toimub kõrgsageduspinge võimendamine sagedusel, millele on häälestatud sisendvõnkeringid (joon. 3). Supervastuvõtjates



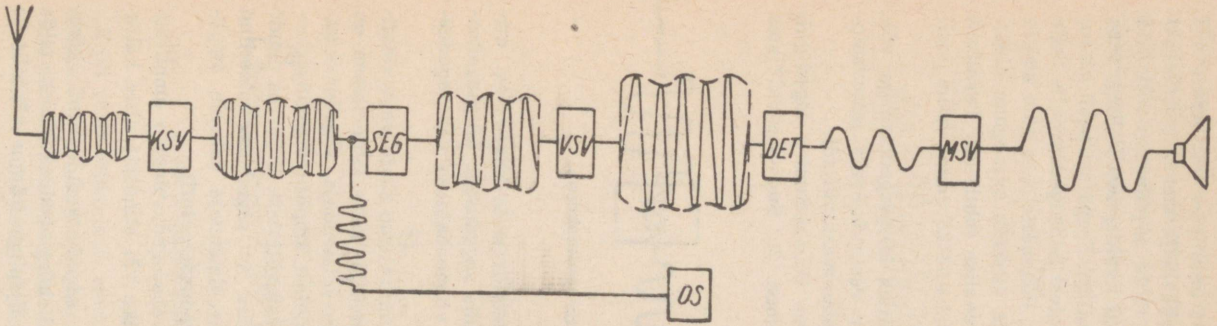
Joon. 3. Otsevõimendus-vastuvõtja lahterskeem.

aga muundatakse kõrgsageduspinge sõltumatult selle sagedusest eriastmes — sagedusmuundajas — teatud kindla sagedusega kõrgsageduspingeks — vahesageduseks, mida seejärel võimendatakse vahesagedusvõimendajas ja detekteeritakse (joon. 4).

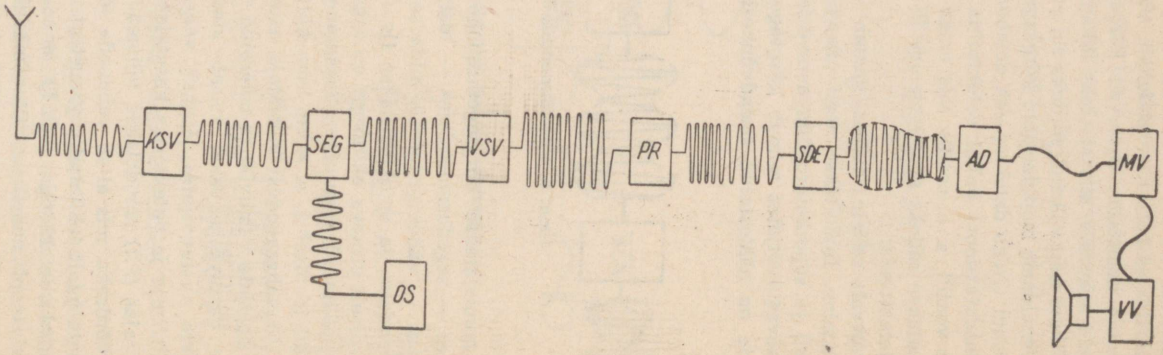
Osaliselt erineva ehitusega on sagedusmoduleeritud saate vastuvõtmiseks määratud vastuvõtja. Seesugune vastuvõtja, mille lahterskeem on toodud joonisel 5, ei erine oma kõrgsagedusvõimendaja, sagedusmuundaja ja vahesagedusvõimendaja astmete poolest amplituudmodulatsiooniga saatjate vastuvõtuks määratud supervastuvõtjatest. Erinevus nende kahe vastuvõtja vahel seisab ainult selles, et sagedusmoduleeritud saadete vastuvõtjates järgneb vahesagedusvõimendaja astmele amplituudipiiraja ja detektoriks kasutatakse sagedusdetektorit.

Piirajas *(PR)* muudetakse võimendatud vahesageduspingete amplituudid võrdseks, mis aitab vabaneda tööstuslike või atmosfääriliste häireallikate poolt tekitatud segamistest.

Sagedusdetektoriga *(SDET)* muudetakse sagedusmoduleeritud kõrgsagedusvool uuesti amplituudmoduleeritud kõrgsagedusvooluks, mida detekteeritakse. Seejuures jääb detektori väljepinge kõrgus võrdeliseks kõrgsageduspinge (kandesageduspinge) sageduse muutustega.



Joon. 4. Superheterodüünvastuvõtja lahterskeem.

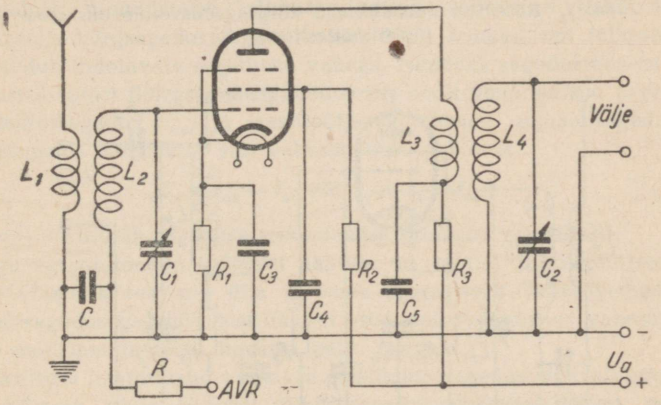


Joon. 5. Sagedusmodulatsiooniga vastuvõtja lahterskeem.

2. KÕRGSAGEDUSE VÕIMENDAMINE

Kõrgsagedusvõimendusaste, mis eelneb demodulaatorile (otsevastuvõtjais) või sagedusmuundajale (supervastuvõtjais), võimendab antennis indutseeritud pinget vastuvõetava signaali sagedusel, suurendades vastuvõtja selektiivsust ja tundlikkust. Lihtsamates vastuvõtjates kõrgsagedusaste puudub. Allpool kirjeldatakse levinumaid kõrgsagedusastmete lülitusi ja nende sidestamist antenni ning järgneva astmega.

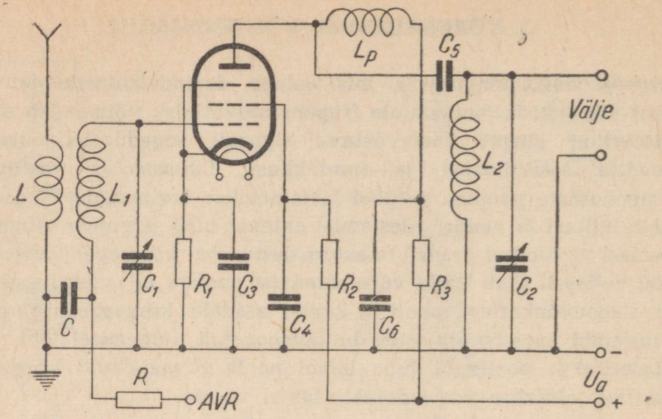
Joonisel 6 toodud transformaatorsidestusega kõrgsagedusvõimendaja skeemi kohaselt saab lambi võre antennist pooliga L_1 induktiivselt sidestatud sisendvõnkeringi pooli L_2 kaudu madala kõrgsageduspinge. Võimenduslambi anoodvoolu vahelduvkomponendi kulgemisel läbi pooli L_3 indutseeritakse poolis L_4 juba lambi poolt võimendatud kõrgsageduspinge, mis juhitakse edasi detektorlambi võrele.



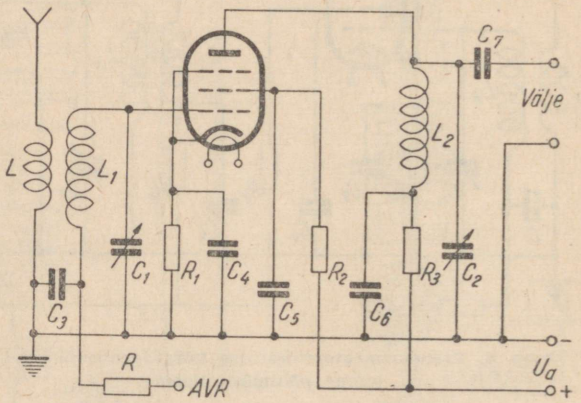
Joon. 6. Transformaatorsidestuses kõrgsagedusvõimendusastme põhimõtteskeem.

Kui lampidevahelise kõrgsagedustrafo primaarmähise keerdude arv on sekundaarmähise keerdude arvust väiksem (tavaliselt kuni 3 korda), siis saadakse pingevõimendust veel ülekandeteguri arvel. Kõrgsagedustrafo primaarmähis koos oma sisemahtuvusega kujutab endast nagu sekundaarmähiski võnkeringi. Et astme võimendus kogu sagedusastmiku ulatuses oleks ühtlane, valitakse primaarvõnkeringi omasagedus kõrgem kui võimendatava sagedusastmiku maksimaalne sagedus.

Joonisel 7 on antud transformatoorse antennisidestuse ja rööbitise anoodtoitega kõrgsagedusvõimendaja skeem. Sisendvõnkeringi resonantsvõimenduse tõttu saab kõrgsagedusvõimendaja lambi võre mõnevõrra võimendatud kõrgsageduspinge. Et selle lambi anoodvooluringi on



Joon. 7. Rööbitise anoodtoitega kõrgsagedusvõimendusastme põhimõtteskeem.



Joon. 8. Järjestikuse anoodtoitega kõrgsagedusvõimendusastme põhimõtteskeem.

ühendatud kõrgsagedus-paispool L_p, siis tekib viimasel ta suure induktiivtakistuse tõttu kõrgsageduslik pingelang, mis läbi kondensaatori C_5 juhitakse detektorastme võnkeringi.

Joonisel 8 kujutatud järjestikuse anoodtoitega kõrgsagedusastme skeemist nähtub, et kõrgsagedusvõimendaja lambi anoodvooluringi on ühendatud võnkering L_2C_2, mille resonantspinge kantakse anoodvoolu alaliskomponenti tõkestava kondensaatori C_7 kaudu järgneva astme lambi võrele.

3. SAGEDUSE MUUNDAMINE

Üldiselt. Nagu eespool tähendatud, muundatakse supervastuvõtjates sisendvõnkeringist saadud ja vajaduse korral võimendatud kõrgsageduspinge (signaalipinge) teatud kindla sagedusega kõrgsageduspingeks, nn. vahesageduseks, mida seejärel võimendatakse ja detekteeritakse. Seega toimub supervastuvõtjas kõrgsageduse võimendamine madaldatud ning jääva sagedusega kõrgsagedusel, millel on järgmised eelised:

suhteliselt madala vahesageduse tõttu saadakse kõrge võimendus ning selektiivsus, mis on sõltumatud signaalipinge sagedusest;

madala sageduse tõttu ei teki õigesti ehitatud vahesagedusvõimendajas ebasoovitavaid tagasisidestusi ning kalduvust endavõnkumisele;

konstruktiivselt on vahesagedusvõimendaja tunduvalt lihtsam sama võnkeringide arvuga signaalisagedusvõimendajast.

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

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

Joonis 9 kujutab sageduse muundamise protsessi graafiliselt.

Nagu eespooltoodud valemist nähtub, on teatud ostsillaatorsageduse puhul võimalik tekitada ühe ja sama sagedusega vahesagedust kahe signaalisagedusega, milledest üks on ostsillaatorsagedusest vahesageduse võrra madalam ja teine niisama palju kõrgem.

Praktilistel kaalutlustel valitakse ostsillaatorsagedus signaalisagedusest alati kõrgem, välja arvatud ülikõrgsagedus-supervastuvõtjad, milledes ostsillaatorsagedus on signaalisagedusest madalam. Teist signaalisagedust nimetatakse peegelsageduseks ja ta on oma suuruselt vastu võtta soovitavast signaalisagedusest (kasulikust signaalisagedusest) kahekordse vahesageduse võrra kõrgem, s. o.

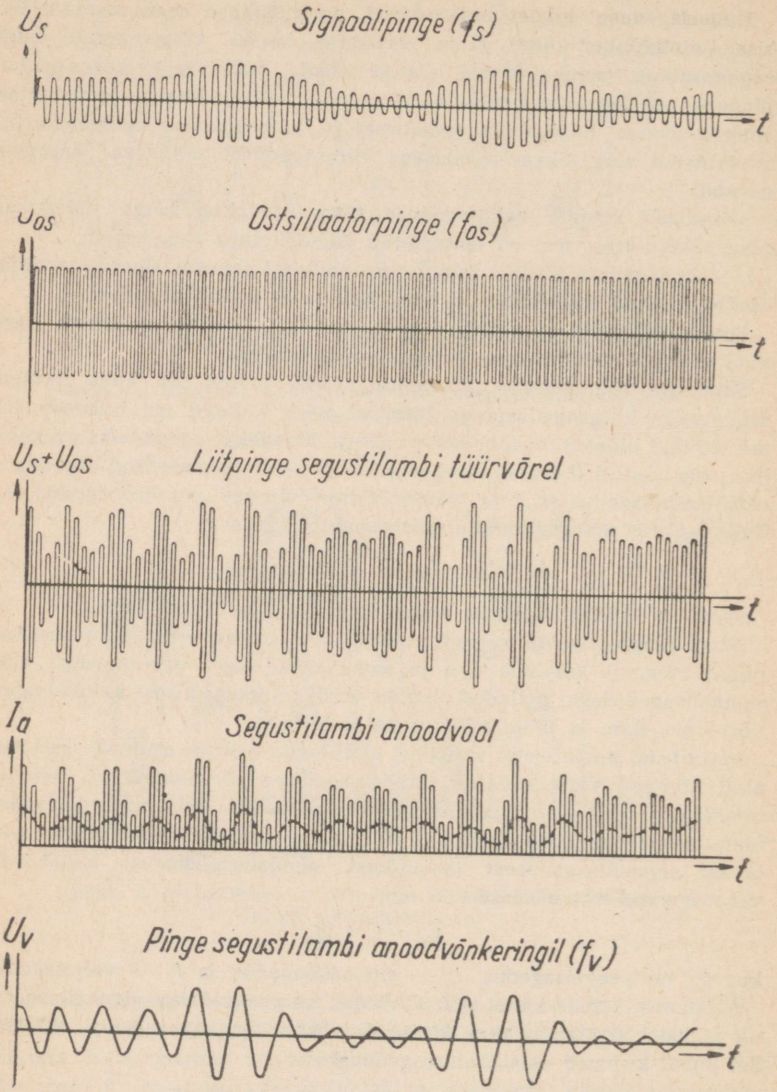
$$f_{sp} = f_s + 2f_v,$$

kus f_{sp} on peegelsagedus, f_s — signaalisagedus ja f_v — vahesagedus.

Selgitame öeldut näite abil. Oletame, et vastuvõetav signaalisagedus on 10 000 kHz (lainepikkus 30 m) ja vastuvõtja vahesagedus 465 kHz. Sel puhul kujuneb ostsillaatorsageduseks

$$f_{os} = f_s + f_v = 10\,000 + 465 = 10\,465 \text{ kHz}.$$

Arvutatud ostsillaatorsagedusega tekitab peegelsagedus samal ajal vahesageduse, mis on võrdne signaalisageduse poolt tekitatud vahesagedusega. See tähendab seda, et mõlemad signaalid, s. o. kasulik ja häiriv



Joon. 9. Sagedusmuundamise graafiline töökäik.

(peegelsagedus), saavad ühevõrra võimendatud ning kostavad seepärast valjuhääldajas ühesuguse tugevusega.

Peegelsageduse toimet nõrgendatakse muundusastmele eelnevates, s. o. sisendvõnkeringides. Eriti tugevasti nõrgeneb peegelsagedus häälestatava kõrgsagedusvõimendajaga supervastuvõtjates. Peegelsageduse toime nõrgeneb muidugi ka vahesageduse tõstmisel. Teiselt poolt aga on vahesagedusvõimendaja võimendus seda suurem, mida madalam on vahesagedus.

Vahesageduse valikul peab arvestama ka seda, et vastuvõetava signaali sagedus ei oleks lähedane vahesagedusele, mida selgitab järgmine näide.

Oletame, et vastuvõtja vahesageduseks on 415 kHz, kuna signaalisagedus võrdub 416 kHz. Sel puhul peab ostsillaatorsagedus olema

$$f_{os} = f_s + f_v = 416 + 415 = 831 \text{ kHz}.$$

Sageduse muundamise tagajärjel kulgeb muunduslambi anoodringis peale vahesagedusliku voolu ka signaali- ja ostsillaatorsageduslik vool. Et aga vahesagedusvõimendaja võnkeringid peavad helimoonutuste vältimiseks laskma läbi teatud laiusega sagedusriba (10 ... 20 kHz), siis koos vahesagedusega satub detektorlambi sisendisse ka signaalisagedus. Nimetatud sageduste tuikamise tõttu saadakse peale detekteerimist mitte ainult heli-, vaid ka tuikesageduslik pinge (f_t), mille sagedus on võrdne signaali- ja vahesageduse vahega, s. o.

$$f_t = f_s - f_v = 416 - 415 = 1 \text{ kHz}.$$

Tekkinud 1-kHz tuikesagedus on tegelikult helisagedus, mis vastuvõtja valjuhääldajas väljendub häiriva vilena. Selle pahe vältimiseks peab vahesageduse valima nii, et ta erineks lähemate laineastmike piirsagedustest vähemalt 15 ... 20 kHz võrra.

Nimetatud kaalutlustel on lühi-, kesk- ja pikklainete vastuvõtjates valitud vahesageduseks 465 kHz. Harvemini kasutatakse ka vahesagedusi 110 ja 1600 kHz.

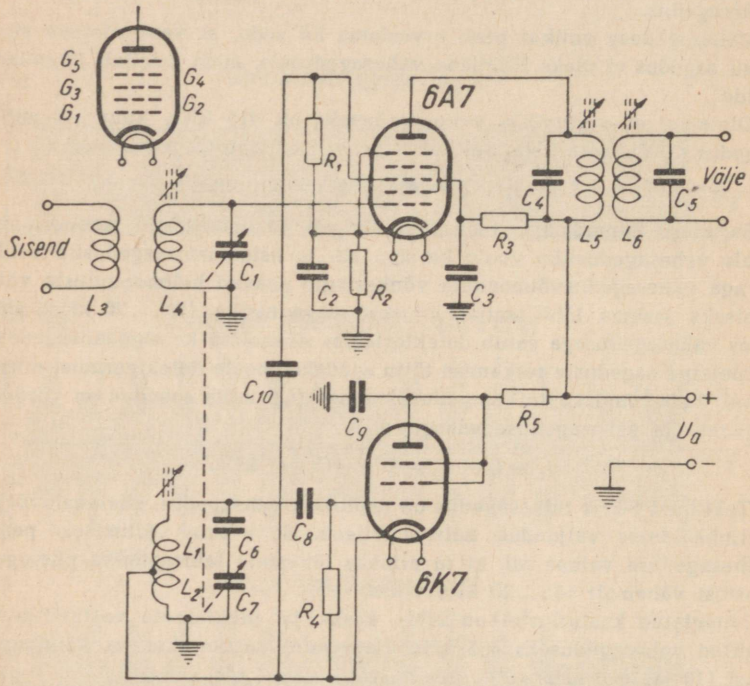
Kõrgeklassilistes vastuvõtjates sunnib peegelsageduse tunduva nõrgendamise vajadus (eriti lühilaineastmikus) ning koos sellega suure võimenduse ja selektiivsuse taotlemine kasutama kahekordset sageduse muundamist. Esimesest muundajast saadav esimene vahesagedus valitakse võrdlemisi kõrge, mis võimaldab nõrgendada peegelsagedust tuhandeid kordi. Teiselt muundajalt tekitatav vahesagedus valitakse küllaldaselt madal selleks, et tagada vastuvõtjas vajalikku võimendust ja selektiivsust. Tavaliselt valitakse niisugustes raadiovastuvõtjates esimeseks vahesageduseks 1,6 ... 5 MHz ja teiseks — 465 kHz.

Supervastuvõtja muundusastme lülitusi. Supervastuvõtja astet, kus ostsillaator- ja signaalisageduse liitmise toimel tekib vahesagedus, nimetatakse sagedusmuundajaks. Põhiliselt koosnevad kõik sagedusmuundajad kahest osast:

segustist, milles toimub ostsillaator- ja signaalisageduste liitmine (segustamine);

ostsillaatorist (endaergutusega lampgeneraatorist) jääva amplituudi ja nõutava sagedusega kõrgsageduspinge tekitamiseks.

Sagedusmuundaja võib koosneda eraldi segusti- ja ostsillaatorlambist või ainult ühest, nn. muunduslambist.



Joon. 10. Eraldi ostsillaatoriga muundusastme põhimõtteskeem.

Joonisel 10 on toodud heptood-segustuslambi ja eraldi ostsillaatoriga muundusastme põhimõtteskeem. Selle skeemi kohaselt kasutatakse segustiastmes heptoodi (6A7) ja ostsillaatoris pentoodi (6K7), mis anoodi, sulg- ja varivõre kokkuühendamise teel on muudetud trioodiks. Ostsillaator on koostatud katoodsidestusega ja rööbitise toitega kolmpunktskeemi järgi. Jooniselt nähtub, et osa võrevõnkeringi poolist ($L_1 + L_2$) kasutatakse tagasisidestuse poolina (L_2), mille keerdude arv valitakse tavaliselt üks viiendik kuni üks kolmandik võnkeringi pooli keerdude arvust. Mida enam keerde hõlmab pool L_2, seda tugevam on ostsillaatoris sidestus (tagasisidestus) ja vastupidi. Liialt tugeva sides-

tuse puhul, eriti aga võnkeringi pöördkondensaatori väikese mahtuvuse juures, s. o. sagedusastmiku kõrgematel sagedustel, tekivad ostsillaatori anoodvoolu siinuselise kuju muutumise tõttu tugevad harmoonilised põhisagedusest 2, 3 jne. korda kõrgemad sagedused, mis põhjustavad häirete tekkimist. Nõrga sidestuse puhul lakkab ostsillaator töötamast, esmajoones just võnkeringi pöördkondensaatori suure mahtuvuse puhul, s. o. madalamatel sagedustel. Liialt nõrga sidestuse puhul aga ei tööta ostsillaator üldse.

Ostsillaatori võnkeringi järjestikku ühendatud kondensaatori C_6 ülesandeks on vähendada võnkeringi mahtuvust, mille tagajärjel ostsillaatori poolt genereeritav sagedus on kogu sagedusastmiku piirides signaalisagedusest vahesageduse võrra kõrgem. Selle saavutamiseks on ka ostsillaatori võnkeringi pooli induktiivsus signaalisageduse võnkeringi induktiivsusest väiksem. Lühenduskondensaatori C_6 ja väiksema induktiivsusega pooli kasutamine ostsillaatori võnkeringis võimaldab viimase kui ka signaalisageduse võnkeringi jaoks tarvitada ühist kahe sektsiooniga pöördkondensaatorit (C_1 ja C_7). Vaatamata eespool kirjeldatud nõuete täitmisele ei ole ostsillaatorsagedus signaalisagedusest vahesageduse võrra kõrgem mitte kõigis, vaid ainult kolmes sagedusastmiku punktis (alguses, keskel ja lõpus). Seepärast on ka vahesagedus teatud piirideni muutuv. Et aga vahesagedusvõimendajas kasutatakse vahesageduse eraldamiseks nn. ribafiltreid, mis lasevad läbi teatud laiusega (10 ... 20 kHz) sagedusriba, siis vahesageduse muutumine ehk signaali- ja ostsillaatorsageduse lahkujooks asub siiski tehniliselt lubatavates piirides. On võimalik saada sageduste kokkujooksu ka sagedusastmiku kõikides punktides. Sel puhul tuleb ostsillaatori võnkeringis kasutada erikujuliste rootori- (või ka staatori-) plaatidega pöördkondensaatorit. See moodus leiab kasutamist mõnedes tundlikkudes raadioside supervastuvõtjates.

Et ostsillaatorlamp töötaks õiges režiimis, peab ta võre saama sobiva negatiivse eelpinge. Selleks eelpingeks kasutatakse takistil R_4 võrevoolu poolt tekitatud pingelangu. Et võrevool läbib takistit suunas katood — võre, siis tekib ta võrepoolses otsas katoodi suhtes negatiivne potentsiaal.

Kondensaator C_8 ei lase takistis R_4 kulgevat võrevoolu lühistuda pooli L_1 kaudu. Samal ajal toimib C_8 lambi katoodi ja võre vahelises osas alaldatud võrevoolu silumiskondensaatorina.

Katoodsidestuses kolmpunkt-ostsillaator töötab õige sidestuse puhul väga stabiilselt, kusjuures lambi anoodpinge kõikumised ei kutsu esile kuigi tunduvat ostsillaatorsageduse muutust.

Ostsillaatoris tekitatud kõrgsageduspinge juhitakse sidestuskondensaatori C_{10} kaudu segusti heptoodi kolmandale võrele G_3 (võrede järjestust tuleb lugeda lambi katoodilt anoodi poole). Sama lambi esimesele võrele G_1 antakse kas sisendvõnkeringist või kõrgsagedusvõimendajast sig-

naalipinge. Et heptoodi anoodvool on tüüritav kahe erineva pinge poolt (ostsillaator- ja signaalipinge), siis areneb lambi anoodvooluringis peale võredele rakendatud sageduste veel nende tuike-, s. o. vahesagedus. Sellele sagedusele ongi häälestatud vahesagedus-võnkeringid (L_5C_4, L_6C_5 jj.), mis kõigile teistele heptoodi anoodvooluringis esinevatele sagedustele on filtriks.

Heptoodi esimene, nn. signaalvõre saab alalise eelpinge katoodtakistist R_2, mida läbib lambi kogu emissioonvool. Kolmanda ehk ostsillaatorvõre eelpinge tekib takistil R_1 (samuti nagu ostsillaatorastmes takisti R_4 toimel). Heptoodi teine võre G_2, mis asetseb signaal- ja ostsillaatorvõrede vahel, toimib elektrilise varjena, sest ta on suuremahtuvuselise kondensaatori C_3 abil ühendatud katoodiga. Võre G_2 ülesandeks on seega vähendada võrede G_1 ja G_3 vahelist mahtuvust. Et aga võre G_2 omab püsiva positiivse potentsiaali, siis ta oma elektriväljaga soodustab elektronide liikumist katoodilt anoodile. Sel põhjusel ei arene võrel G_2 (G_4) mingisugust kõrgsageduspinget, mistõttu ostsillaatorpinge ei saa otseselt mõjuda signaalvõrele ja vastupidi. Vastasel korral, nagu see esineb ühe tüürvõrega segustite (pentoodide) juures, kiirgub signaalvõrele ja sealt võnkeringi sattunud ostsillaatorsagedus antenni kaudu välja, tekitades naabruses asuvates raadiovastuvõtjates häireid, mis tavaliselt avalduvad vilena. Seepärast ei kasutatagi tänapäeval enam ühe tüürvõrega segusteid.

Heptoodi neljas ja viies võre toimivad vastavalt vari- ja sulgvõrena.

Üheks tähtsaks sagedusmuundaja parameetriks on ta muundustõus, mis kujutab endast lambi anoodringis kulgeva vahesagedusvoolu amplituudi ja võrele rakendatud signaalipinge amplituudi suhet mA/V. Sellest järeldub, et suurema muundustõusu puhul on suurem ka pinge amplituud muunduslambi anoodvooluringi ühendatud vahesagedus-võnkeringi klemmidel. Niisiis kaasneb sagedusmuundamisele samuti teatav vahesageduse võimendamine.

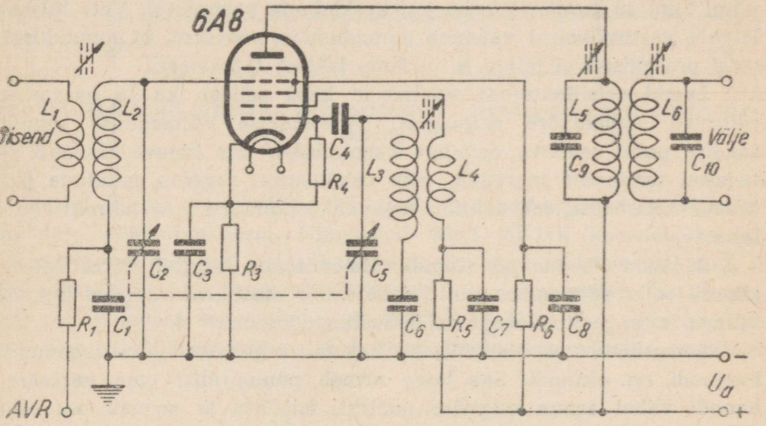
Suure muundustõusu saamiseks peab ostsillaatorpinge olema signaalipingest tunduvalt kõrgem, sest vastasel korral võivad tekkida veel modulatsioonimoonutused. Muundustõus on sama elektronlambi normaalsest tõusust mitu korda väiksem ning sõltub peale selle veel muundusastme skeemist.

Peab mainima, et kahe tüürvõrega sagedusmuundajate juures on muundusprotsessi toimumiseks oluline, et lambi tunnusjoone tõus muutuks võrdeliselt ostsillaatorvõre (G_3) potentsiaaliga. Mida suuremates piirides need tõusu muutused esinevad, seda suurem on lambi muundustõus ja muundusastme töötamise efektiivsus.

Joonisel 11 on toodud muundusheptoodiga sagedusmuundaja põhimõtteskeem. Selles skeemis täidab muundusheptood ehk pentagrid (6A8) ühes astmes segusti, ostsillaatori ja vahesagedusvõimendaja ülesandeid. Põhiliselt võib seda muundusheptoodi vaadelda kui liitlampi, mis koos-

neb ühise katoodiga trioodist ja tetroodist. Seejuures on esimene võre trioodi võreks ja teine ta anoodiks. Neljas võre toimib tetroodi tüürvõrena, kuna kolmas ja viies võre moodustavad varivõre. Selle lambi trioodosa kasutatakse ostsillaatorina, kuna tetroodosa toimib vahesagedusvõimendajana, kuid madala muundustõusu tõttu on võimendus väike.

Vastavalt joonisel 11 antud skeemile moodustavad ostsillaatori võnkeringi pöördkondensaatori sektsiooni mahtuvus C_5 ja pool L_3, kusjuures C_6 toimib lühenduskondensaatorina. Tagasisidestust teostatakse pooli L_4 kaudu. Takisti R_4 abil, milles kulgeb ostsillaatori võre-alalisvool, antakse esimesele võrele vajalik negatiivne eelpinge. C_4 toimib tõkestuskondensaatorina, mis sulgeb võrevoolu pääsu võnkeringi; ühtlasi toimib



Joon. 11. Muundusheptoodiga sagedusmuundaja põhimõtteskeem.

ta takistil R_4 tekkinud pulseeriva pingelangu silujana. Signaalvõre, s. o. neljas võre, saab negatiivse lähte-eelpinge katoodtakistilt R_3 (mida läbib lambi emissioonvool) automaatse võimenduse reguleerseadise (AVR) ja takisti R_1 kaudu. Pöördkondensaatori sektsioon C_2 ja pool L_2 moodustavad signaalisageduse võnkeringi, kuna kondensaatorid C_9 ja C_{10} ning poolid L_5 ja L_6 kuuluvad vahesageduse esimesse ribafiltrisse. Teisele võrele, s. o. ostsillaatori anoodile antakse takisti R_5 kaudu vastav positiivne pinge.

Et vältida ostsillaatorsageduse pääsemist signaalisageduse võnkeringi, on ka selles lambis ostsillaatorvõre eraldatud signaalvõrest kondensaatori C_8 abil kõrgsageduse suhtes neutraliseeritud varivõrega (kolmas võre).

Sageduse muundamine toimub kirjeldatavas skeemis analoogiliselt eelnevaga, s. o. lambi anoodvoolu tüüritakse kahe võre (signaal- ja ostsillaatorvõre) abil, kusjuures võrdeliselt ostsillaatorpinge muutustele esimesel võrel muutub muunduslambi tõus.

Muundusheptood 6A8 töötab suhteliselt hästi pikk- ja kesklainetel. Lühilainetel aga ilmneb terve rida puudusi, millest tähtsamad on järgmised.

1. Vaatamata kolmanda võre varjestavale toimele pääseb ostsillaatorpinge lambis toimuvate ruumilaenguliste protsesside tõttu esimeselt ja teiselt võrelt ikkagi signaalvõrele, kusjuures sellele võrele ülekandunud ostsillaatorpinge on vastufaasis esimese võre ostsillaatorpingega, mistõttu ta vähendab lambi muundustõusu ja koos sellega kogu muundusastme võimendustegurit. Näiteks on võimendustegur 15-m laine vastuvõtul kuni 10 korda väiksem kui kesklainete vastuvõtul. Veel lühemate lainete vastuvõtmisel väheneb muundustõus seevõrra, et muundusprotsessi praktiliselt ei toimu, s. o. lamp lakkab töötamast.

2. Lambi ostsillaatorosa voolud ja koos sellega ka ta parameetrid sõltuvad signaalvõre eelpingest. Automaatse võimenduse reguleerseadise poolt saadava eelpinge kasutamisel, mis tugeva signaali sisenemisel tunduvalt suureneb, võib ostsillaatori sagedus muutuda paarikümne kHz võrra, mis tekitab tugevaid moonutusi ning häireid ega ole lubatav.

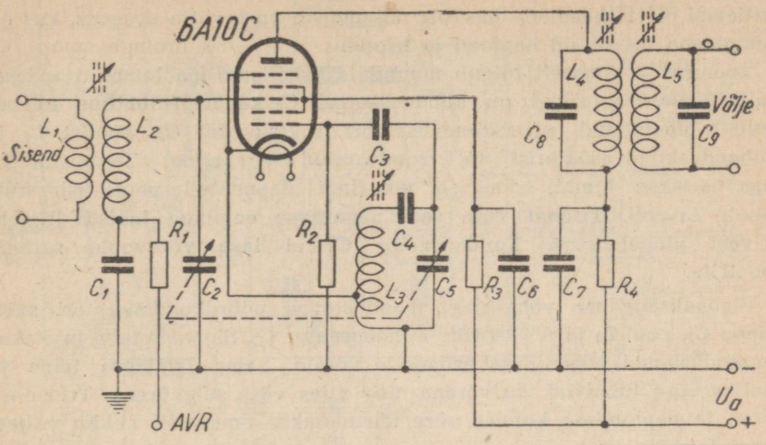
3. Et lambi üks osa, mis toimib võimendajana, kujutab endast tetroodi, siis on selle võimendustegur ja töötamise stabiilsus väiksem kui sulgvõrega, s. o. pentoodosaga muundusheptoodidel.

Vanematüübilistes vastuvõtjates kasutati sageli kuuevõrelist muundusheptoodi, nn. oktoodi. See lamp erineb pentagridist oma varivõre ja anoodi vahel asuva sulgvõre poolest, mistõttu ta segusti osa töötab pentoodina. Sel põhjusel töötab oktood stabiilsemalt ning suurema muundustõusuga kui pentagrid.

Eespool kirjeldatud sagedusmuundaja puudused on suurelt osalt kõrvaldatud joonisel 12 toodud laialdaselt kasutatavas skeemis, kus rakendatakse muundusheptoodi 6A10C. Selle muunduslambi esimeseks võreks on ostsillaator- ja kolmandaks signaalvõre. Teine ja neljas võre toimivad varivõrena, kuna viies — sulgvõrena.

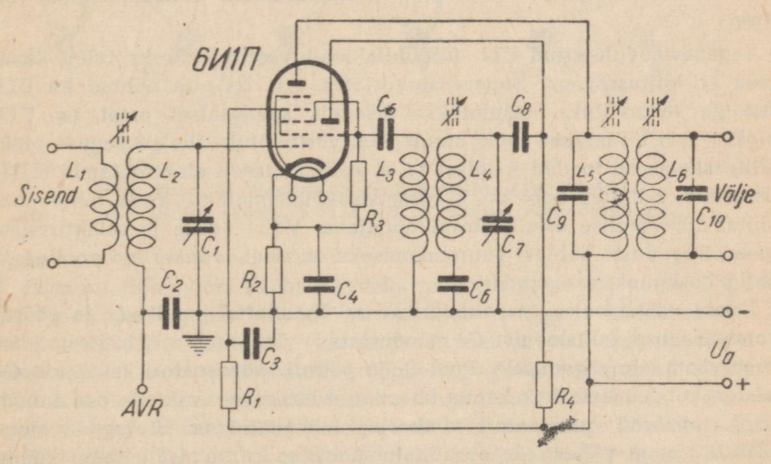
Ostsillaator on koostatud katoodsidestusega kolmpunktlülituses, kusjuures ta võnkeringi moodustavad pöördkondensaatori sektsioon C_5, pool L_3 ja lühenduskondensaator C_4. Pooli L_3 alumine osa (kuni väljavõtteni) toimib sidestuspoolina. Ostsillaatorvõre eelpingestub automaatselt takistit R_2 läbiva võrevoolu arvel.

Pöördkondensaatori sektsioon C_2 ja pool L_2 moodustavad signaalisageduse võnkeringi. Signaalvõre saab takisti R_1 kaudu eelpinge AVR-ist. Kondensaatorid C_8 ja C_9 ning poolid L_4 ja L_5 moodustavad vahesageduse esimese ribafiltri.



Joon. 12. Muundusheptoodiga katoodsidestuses sagedusmuundaja põhimõtteskeem.

Joonisel 13 on antud liitlambi muundustriood-heptoodiga sagedusmuundaja põhimõtteskeem. Nimetatud lamp (6И1П) koosneb kahest, ühisesse kesta asetatud ühise katoodiga elektronlambist — trioodist ja heptoodist. Sagedusmuundajas kasutatakse lambi trioodosa ostsillaatorina ja heptoodosa segusti ning võimendajana. Selle liitlambi trioodosa võre ei ole lambi sees ühendatud ühegi heptoodosa võrega, nagu see



Joon. 13. Triood-heptoodiga sagedusmuundaja põhimõtteskeem.

esineb triood-heksoodide (näiteks 6K8) juures. Seepärast on võimalik liitlampi 6И1П kasutada ükskõik missuguses vastuvõtja skeemis, kus on lampidena tarvilikud heptood ja triood.

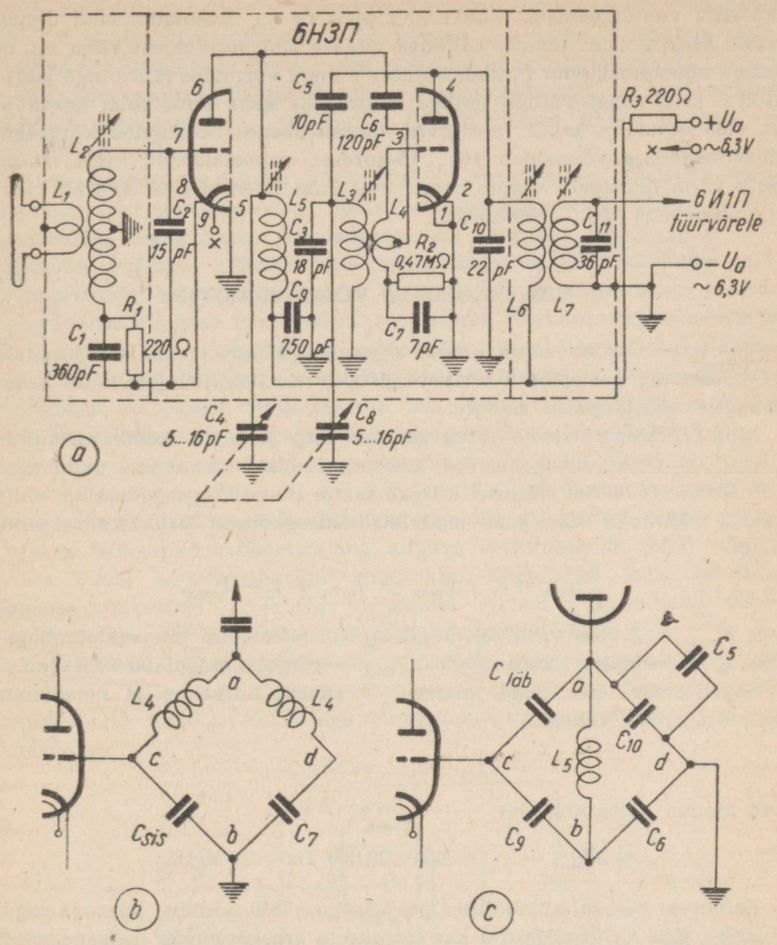
Joonise 13 kohaselt toimib muundaja ostsillaatorina lambi trioodosa, mille anoodvooluringi on kondensaatori C_8 kaudu (rööbitine anood-toide) ühendatud pöördkondensaatori sektsioonist C_7, poolist L_4 ja lühenduskondensaatorist C_6 moodustatud võnkering. Tagasisidestus saavutatakse lambi trioodosa võreringi ühendatud pooli (sidestus-pooli) L_3 abil. Trioodi võre saab negatiivse eelpinge takistil R_3 tekkivast pingelangust. Kondensaator C_5 ei lase võrevoolu sattuda pooli L_3.

Signaalisageduse võnkeringi moodustavad pöördkondensaatori sektsioon C_1, pool L_2 ja AVR-i filterkondensaator C_2. Signaalipinge juhitakse muunduslambi heptoodosa esimesele võrele. Sama lambiosa teine ja neljas võre toimivad varivõrena ning viies võre sulgvõrena. Trioodosa võre ja heptoodosa kolmas võre ühendatakse omavahel kokku väljaspool lampi.

Nagu eespool kirjeldatud muunduslampides, nii ka triood-heptoodis toimub heptoodosa anoodvoolu tüürimine kahe võre abil, signaali- ja ostsillaatorsagedusega pingete toimel. Et aga lambi trioodosa kujutab endast suhteliselt suure tõusuga iseseisvat lampi, siis tema poolt genereeritud ostsillaatorsagedus on vähe sõltuv signaalvõrele antud püsiva eelpinge suurusest. See asjaolu lubab triood-heptoodi kasutada väga lühikeste lainete puhul ning rakendada ta võrele AVR-ilt saadavat eelpinget, ilma et selle suuruse kõikumine põhjustaks ostsillaatorsageduse muutumist. Nimetatud lambi heptoodosa sisetakistus ja muundustõus on suured, mistõttu ka kogu muundusastme võimendustegur on suur.

Sagedusmoduleeritud ÜLL (ülilühilainete) vastuvõtmiseks tuleb kasutada eri-lülitusskeemi. Supervastuvõtjates, mis on ette nähtud ka ÜLL saadete vastuvõtuks, kasutatakse sisendis spetsiaalset astet, nn. ÜLL blokki, mis lülitatakse tööle ainult ÜLL vastuvõtul. Ühe seesuguse bloki lülitusskeem on toodud joonisel 14, *a*, mille kohaselt elektronlambi 6Н3П (kaksiktriood) üks pool on kõrgsagedusvõimendajaks, kuna teine pool töötab ühevõrelise ostsillaatormuundajana. Võimenduse ja selektiivsuse (peegelsageduste suhtes) suurendamiseks on sisendvõnkeringi poolide L_1 ja L_2 keskpunktid maandatud.

Lambi vasakpoolse osa anoodringi on ühendatud poolist L_5 ja pöördkondensaatori sektsioonist C_4 moodustatud võnkering, mis häälestatakse vastuvõetavale sagedusele. Pool L_3 ja pöördkondensaatori sektsioon C_8, mis on kondensaatori C_5 kaudu ühendatud lambi parempoolse osa anoodringi, toimivad ostsillaatori võnkeringi elementidena. Et tagada suurt võimendust ja vähendada ostsillaatorsageduse kiirgumist antenni kaudu välja, on muundaja koostatud kaksiksilla põhimõttel.



Joon. 14. Vastuvõtja ÜLL astmiku sisendblokk:
a — üldine skeem, *b* ja *c* — I ja II silla põhimõtteskeem.

Esimese silla (joon. 14, *b*) õlgadeks on pooli L_4 poolte võrdsed induktiivsused, parempoolse trioodi sisendmahtuvus C_{sis} ja kondensaatori C_7 mahtuvus. Silla igasse õlga lisanduvad veel skeemi induktiivsused ja mahtuvused, samuti ostsillaatori võnkeringi poolt tekitatavad mahtuvused. Kondensaatori C_7 mahtuvuse valikuga tasakaalustatakse sild nii, et punktide *a* ja *b* vahel ostsillaatori poolt tekitatud pinge võrduks nulliga.

Teine sild (joon. 14, *c*), mille õlgadeks on parempoolse trioodi läbivusmahtuvus $C_{läb}$ ja kondensaatorite C_6, C_9 ja C_{10} mahtuvused, töötab

8,4-MHz vahesagedusel. Võnkeringi pool L_5 on ühendatud silla diagonaali. Mahtuvuste vastava valikuga viiakse sild tasakaalust välja nii, et astme võimendustegur tasakaalustatud sillaga võrreldes (kui pinge punktide *c* ja *d* vahel võrdub nulliga) suureneks kaks kuni kolm korda ja et vahesagedusel tekiks positiivne tagasisidestus. Seesugune kõrgsagedusvõimendaja võimaldab 10 ... 15-kordset võimendamist, kuna muundaja võimendustegur ulatub samal ajal kuni 20-ni. Seega on ÜLL bloki üldvõimendus 200 ... 300-kordne.

4. VAHESAGEDUSE VÕIMENDAMINE

Vahesagedusvõimendaja erineb signaalisagedusvõimendajast kindlale sagedusribale häälestatud võnkeringidega, nn. ribafiltritega, mille kasutamist tingib järgmine asjaolu.

Moduleerimisprotsessis liitub saatjas kõrg- ehk nn. kandesagedusele teatud laiusega helisagedusriba, mis muusikaliste ülekannete puhul ulatub 10 000 Hz-ni. Sel põhjusel kiirgab saatja ruumi kõrgsagedusriba, mille laiuse määravad kõrgeimad modulatsioonisagedused järgmiste valemite järgi:

$$f_{max} = f_o + F_{max} \text{ ja } f_{min} = f_o - F_{max},$$

kus F_{max} ja f_{min} on vastavalt kandesageduse kõrgeim ja madalaim sagedus, f_o — keskmine kandesagedus, F_{max} — kõrgeim modulatsioonisagedus.

Sagedusriba laius peab järelikult võrduma kõrgeima ja madalaima kandesageduse vahega:

$$f_{max} - f_{min} = 2F_{max},$$

või toodud näite kohaselt

$$2F_{max} = 2 \cdot 10\,000 = 20\,000 \text{ Hz} = 20 \text{ kHz}.$$

Eelnevast selgub, et ribafilter peab laskma läbi nõutava laiusega sagedusriba, sest vastasel korral kas lõigatakse ära kõrgemad helisagedused, mis põhjustab moonutusi, või liialt laia riba puhul väheneb vastuvõtja selektiivsus.

Ribafiltrid koosnevad kahest ühele ja samale sagedusele häälestatud ning sidestatud võnkeringist. Kui nende võnkeringide sidestusaste on kriitiline (s. o. kui esimene võnkering annab teisele üle poole oma võimsusest) või vähe üle selle, muutub ribafiltri resonantskõver pealt lamedamaks ja veidi sadulakujuliseks, kuna ta nõlvad võtavad järsema kuju. Ideaalse ribafiltri resonantskõver peaks kujutama ristkülikut, mispuhul võimendatakse võrdselt kõiki sagedusi selle filtri poolt läbilastavas sagedusribas. Mitme ribafiltri kasutamisega saab nende õige häälestuse puhul resonantskõvera lohkusid vastastikku katta ning lähe-

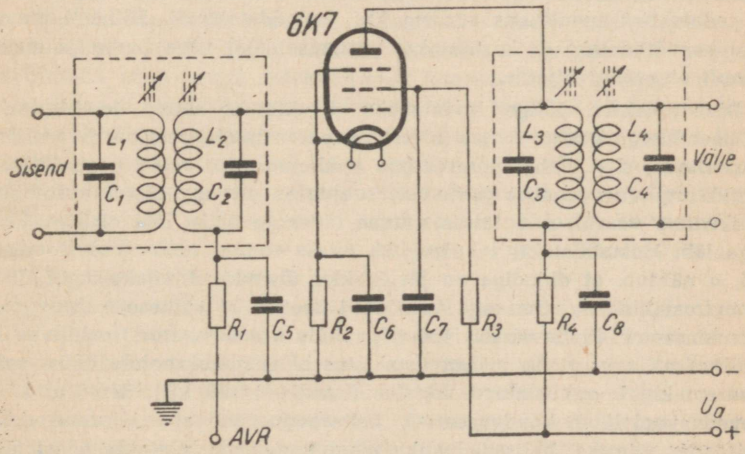
neda ristküliku-kujulisele resonantskõverale. Kitsas sagedusriba tekib juhul, kui ribafiltri võnkeringid on nõrgalt sidestatud, kuna laia sagedusriba põhjustab liialt tugev sidestus või ka võnkeringide lahkhäälestus.

Et vahesageduse ribafiltrid, nn. vahesagedustrafod, on häälestatud kindlale sagedusele, siis on nende konstruktsioon lihtne ja nad on mõõtmetelt väikesed.

Vahesageduse ribafiltrite võnkeringides kasutatakse tavaliselt kõrgsagedusrauast südamikkudega poole ja püsivmahtuvusega vilgukivi- või keraamilise dielektrikuga kondensaatoreid, mispuhul võnkeringide häälestamine toimub induktiivsuse muutmisega raudsüdamikkude abil. Võnkeringide sidestustugevust, s. o. ribalaiust reguleeritakse poolide omavahelise kauguse muutmisega. Muudetava ribalaiusega vastuvõtjatel on ühe pooli asend teise suhtes reguleeritav vastuvõtja välisküljel paikneva nupu abil. Vahesageduse ribafilter on tervikuna paigutatud alumiiniumist või vasest varjestuskesta, mis väldib elektriväljade sidestusi ning koos sellega vahesagedusvõimendaja kalduvust isevõnkumisele.

Joonisel 15 on antud vahesagedusvõimendaja põhimõtteskeem, mille kohaselt poolid L_1 ja L_2 ning kondensaatorid C_1 ja C_2 moodustavad esimese vahesagedusfiltri. Selle filtri parempoolse võnkeringi pinge rakendatakse vahesagedusvõimendajana toimiva elektronlambi (6K7) võrele. Sama lambi anoodvooluringi järjestikku ühendatud teise ribafiltri esimese võnkeringi (L_3 ja C_3) klemmidel areneb võimendatud vahesageduspinge, mis transformeerub teise võnkeringi (L_4 ja C_4).

Kui sellele vahesagedusastmele järgneb teine samasugune, siis võnkeringi L_4C_4 pinge rakendatakse teise vahesagedusvõimendusastme lambi võrele. Vastasel korral aga ühendatakse viimane võnkering detektorastmega.



Joon. 15. Vahesagedusvõimendusastme põhimõtteskeem.

Lihtsamate ja mõnede eriotstarbeliste supervastuvõtjate vahesagedusvõimendajates kasutatakse mõnikord üksikvõnkeringe; loomulikult ei saa sel puhul loota sageduste ühtlasele võimendamisele kogu sagedusriba ulatuses. Selektiivsuse ja tundlikkuse tõstmiseks rakendatakse neis vastuvõtjates sageli tagasisidestust. Suure tundlikkuse, stabiilsuse ja selektiivsusega eriotstarbelistes (näiteks raadioside-) vastuvõtjates kasutatakse vahesagedusvõimendajas tihti kolmevõnkeringilisi ribafiltreid või paremal juhul nn. kristallfiltreid.

5. DEMODULEERIMINE

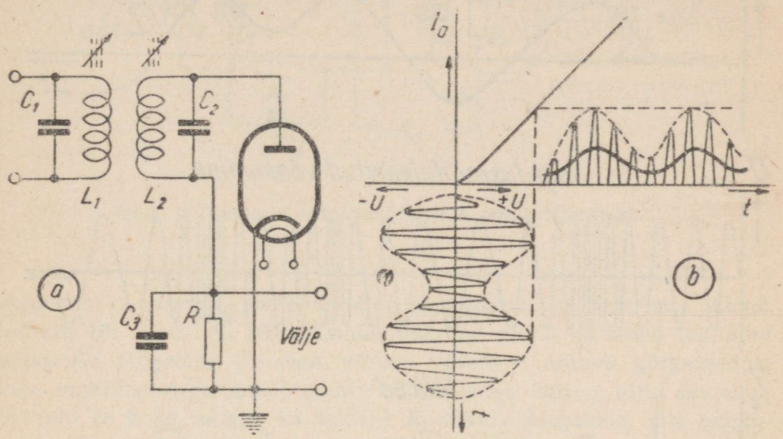
Üldiselt. Demoduleerimiseks ehk detekteerimiseks nimetatakse moduleerimisele vastupidist protsessi, mille juures kõrgsageduspingest eraldatakse moduleeriv sagedus, näiteks helisagedus. Demoduleerimiseks kasutatavaid seadiseid nimetatakse detektoriteks.

Lihtsaimaks detektoriks on kristalldetektor, mis koosneb kristallist (pooljuhist) ja vetruvast metallnõelast või kahest erinevast kristallist. Kasutamist on leidnud mitmesugused pooljuhid, nagu tina-, tsingi-, vase- ja rauaühendid, viimasel ajal aga germaanium ja räni. Kaasaegseid kristalldioode ja nende rakendamist detektorina on käsitletud p. 14. Vaatamata kristalldiooddetektorite üha suurenevale levikule kasutatakse tänapäeva raadiovastuvõtjates põhiliselt veel lampdetektoreid, mis jagunevad anood-, võre- ja diooddetektoriteks.

Kristall- ja diooddetektoris toimub detekteerimine detektorile rakendatava pinge võimendamiseta, kuna anood- ja võredetektoris töötab elektronlamp (triood või pentood) ühtlasi võimendajana. Seejuures on võredetektori tundlikkus suurem kui anooddetektoril. Niihästi anood- kui ka võredetektorit kasutatakse praegusel ajal väga harva ja sedagi ainult otsevastuvõtjates.

Diooddetektor. Kõige levinumaks detektoriks suure detektorieelse võimendusega vastuvõtjates (näiteks supervastuvõtjates) on diooddetektor. Diood, s. o. kahe elektroodiga vaakuumlamp, omab nagu kristalldetektorgi ühesuunalist juhtivust; seejuures on aga diood absoluutne elektriline ventiil, s. t. teises suunas ta voolu üldse läbi ei lase, kuna aga läbi kristalldetektori kulgeb ka teises suunas nõrk vool. Jooniselt 16, *a* nähtub, et dioodiga on järjestikku ühendatud võnkering L_2C_2 ja koormustakisti R; viimasega on rööbiti ühendatud väikese mahtuvusega kondensaator C_3 (tavaliselt 100 pF). Selle kondensaatori mahtuvus on valitud nii suur, et ta mahtuvustakistus helisagedusvoolule oleks palju suurem kui koormustakisti takistus (tavaliselt 500 kΩ). Seetõttu kõrgsagedusvool läbib kondensaatori, helisagedusvool aga koormustakisti, tekitades viimasel helisagedusliku pingelangu, mis juhitakse edasi järgmise, s. o. helisagedusvõimendaja lambi võrele. Detekteerimisel toimuvat

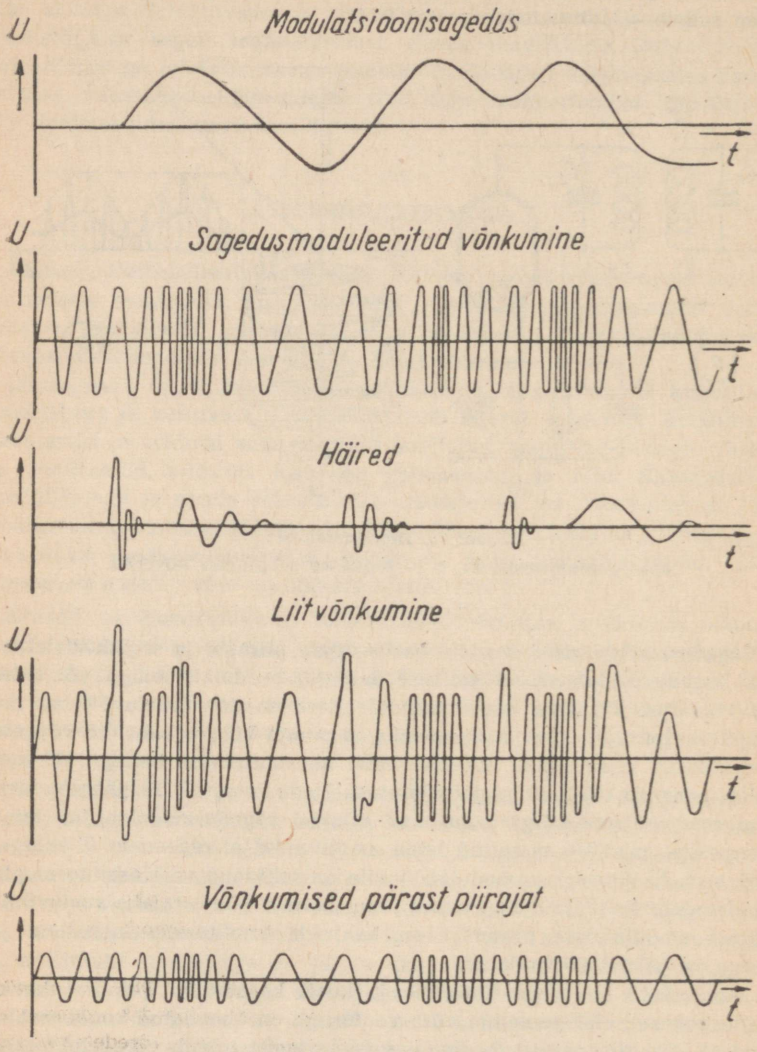
protsessi selgitab joonis 16, *b*. Dioodi anoodile antava moduleeritud kõrgsageduspinge positiivsete poolperioodide ajal töötab diood juhina, s. o. laseb voolu läbi, sama pinge negatiivsete poolperioodide ajal aga lamp sulgub, mistõttu teda vool ei läbi.



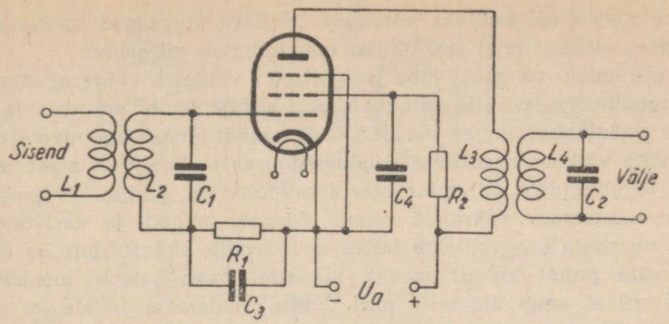
Joon. 16. Diooddetektor:
a — põhimõtteskeem, *b* — töökäiku selgitavad kõverad.

Sagedusmoduleeritud saadete vastuvõtjate piirajad ja sagedusdetektorid. Sagedusmodulatsiooni eeliseks amplituudmodulatsiooniga võrreldes on võimalus kasutada sagedusmoduleeritud saadete vastuvõtjates nn. amplituudipiirajat. Piiraja ülesandeks on muuta kõrgsageduslike võngete amplituudid enne nende detekteerimist ühesuurusteks. Sellega vabanetakse peaaegu täielikult raadiohäiretest. Nagu jooniselt 17 nähtub, liituvad raadiohäirete kõrgsageduslikud võnked sagedusmoduleeritud lainevõngetega, mistõttu mainitud laine amplituudid ei ole enam ühekõrgused, s. o. lisaks sagedusmodulatsioonile on tekkinud veel osaline amplituudmodulatsioon, mis ongi antud juhul häirete põhjustajaks vastuvõtul. Pärast amplituudide piiramist on kahjulik amplituudmodulatsioon ja seega ka häired kõrvaldatud.

Joonisel 18 on antud lihtsaima ja laialt kasutatava piiraja skeem, mille kohaselt elektronlambi võre vooluringi on ühendatud kondensaatoriga C_3 rööbitine takisti R_1. See osa vooluringist toimib võredetektorina, mistõttu takistil R_1 tekib temast läbiva võrevoolu tõttu pingelang, mis eelpingestab lambi võre negatiivselt. Et sama võrevooluringi juhitud kõrgsageduspinge amplituud on küllalt suur, siis töötab lamp üheaegselt veel vastupidise anooddetektorina, s. o. anoodvooluringis toimub kõrg-

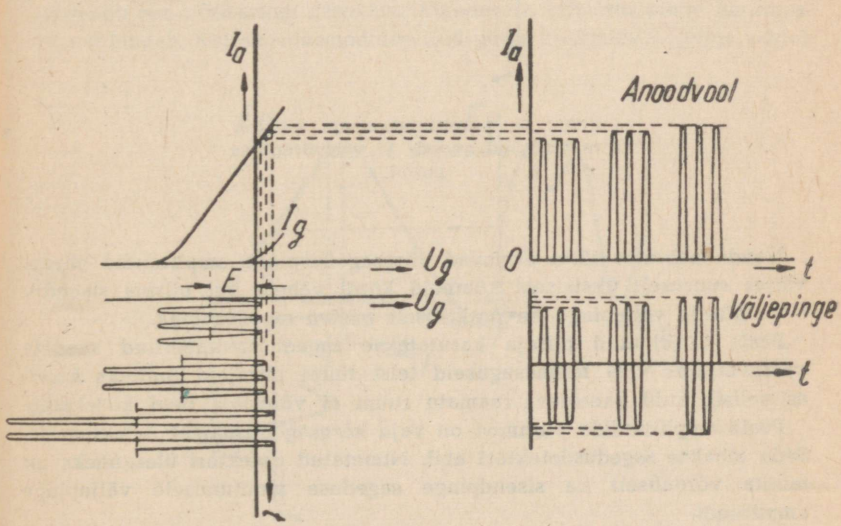


Joon. 17. Amplituudipiiraja töökäigu graafiline kujutus.



Joon. 18. Levinud amplituudipiiraja põhimõtteskeem.

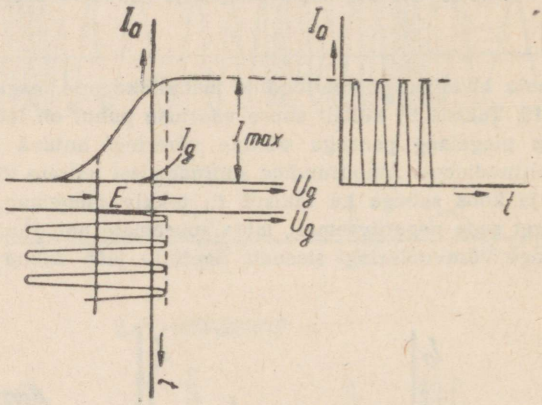
sagedusvoolu alumiste poolperioodide mahalõikamine, nagu see nähtub jooniselt 19. Takisti R_1 küllalt suure väärtuse puhul on temal tekitatud alalisvoolu pingelang peaaegu võrdne võreringi antava kõrgsageduspinge amplituudidega. Amplituudide suurenemisel häirete tõttu suureneb võrevool ja koos sellega ka takistil R_1 tekkiv pingelang, mis eelpingestab võret seda negatiivsemalt, mida suuremate amplituudidega kõrgsageduspinge võrevooluringi siseneb. Seetõttu jääb anoodvoolu maksi-



Joon. 19. Amplituudipiiraja töökäik sagedusmoduleeritud saadete vastuvõtjas.

maalne suurus sõltumatuks võreringi siseneva kõrgsageduspinge amplituudidest, millega ongi saavutatud amplituudide piiramine.

Et piiramine toimuks juba suhteliselt väikeste kõrgsageduspinge amplituudide juures, siis antakse sageli piiraja lambi anoodile ja varivõrele madaldatud pinged 15 ... 20 V. Sel juhul langeb anoodvool nullini juba võre väikese negatiivse eelpinge juures ja järelikult algab anoodvoolu amplituudide piiramine siis võrevooluringi juhitud kõrgsageduspinge väiksemate väärtuste puhul. Madala anood- ja varivõrepinge puhul on peale eespoolöeldu lambi anoodvoolu küllastuspiir ka eelpingeta võre puhul küllalt madal, mistõttu, nagu selgub jooniselt 20, anoodvool ei saagi üle selle piiri tõusta, vaatamata sellele, et võrele võivad mõjuda kuitahes suured positiivsed pinged.



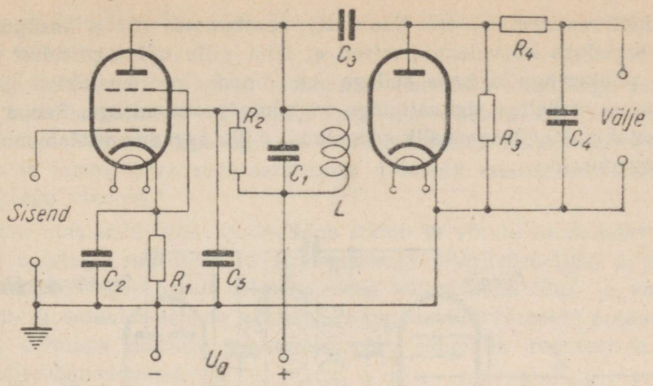
Joon. 20. Amplituudipiiraja töökäik madaldatud anood- ja varivõrepinge puhul.

Nende nähtuste tõttu erinevad kõrgsageduspinge amplituudid piiraja väljes suuruselt üksteisest kümneid kordi vähem kui piiraja sisendis, s. o. piiraja väljepinge on praktiliselt püsiva amplituudiga.

Peale kirjeldatud piiraja kasutatakse sagedusmoduleeritud saadete vastuvõtjates veel mitmesuguseid teist tüüpi piirajaid (näiteks kaheastmelisi), kuid käesoleva raamatu ruum ei võimalda neid kirjeldada.

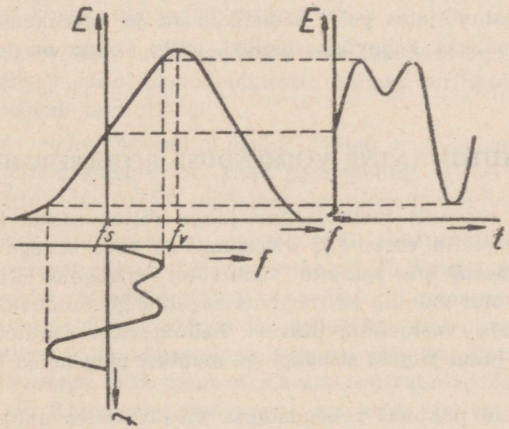
Peale amplituudide piiramist on vaja kõrgsageduspinget detekteerida. Seda tehakse sagedusdetektori abil. Nimetatud detektori ülesandeks on muuta võrdeliselt ka sisendpinge sageduse muutumisele väljepinge amplituudi.

Lihtsamaks sagedusdetektoriks võib olla tavaline kõrvalehäälestatud võnkering, mille pinget detekteeritakse amplituuddetektoriga. Seesuguse



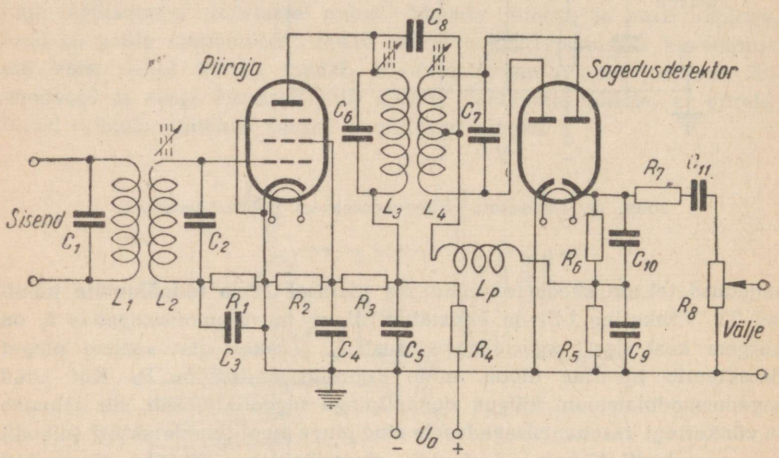
Joon. 21. Lihtsaima sagedusdetektori põhimõtteskeem.

sagedusdetektori skeem on näidatud joonisel 21 ja tööpõhimõte joonisel 22. Võnkering LC_1 on koostatud nii, et ta resonantsisagedus f_v on kõrgem keskmisest signaalisagedusest f_s. Võnkeringist saadud pinget detekteerib tavaline diood, mille koormustakistiks on R_3. Kui nüüd sagedusmodulatsiooni käigus signaalipinge sagedus tõuseb, siis läheneb ta võnkeringi resonantsisagedusele ning pinge amplituuddetektori (dioodi) koormustakistil tõuseb. Vastupidi, signaalipinge sageduse alanemisel kaugeneb see võnkeringi resonantsisagedusest, mistõttu pinge koormustakistil langeb. Kui sagedusmoduleeritud pinge keskmine sagedus vastab



Joon. 22. Lihtsaima sagedusdetektori töökäik.

võnkeringi resonantskõvera (joon. 22) vasakpoolse nõlva keskpunktile ja kui sageduse kõrvalekaldumised ei lähe selle nõlva piiridest välja, siis on võnkeringi ja koos sellega ka dioodi koormustakisti pingete muutumine võrdeline signaalipinge sageduse muutumisega. Seega tekib koormustakistil helisageduslik pingelang, mille sagedus vastab modulatsioonisagedusele.



Joon. 23. Üheastmelise piirajaga kahevõnkeringilise sagedusdetektori skeem.

Kirjeldatud oli lihtsaim sagedusdetektor, kuid praktikas kasutatakse paremates vastuvõtjates palju täiuslikumaid ja keerukamaid sagedusdetektoreid, näiteks kahevõnkeringilisi, mille skeem on toodud joonisel 23.

6. AUTOMAATNE VÕIMENDUSE REGULEERIMINE

Vastuvõtja antennis indutseeritav pinge sõltub saatja kaugusest ja võimsusest, mistõttu vastuvõtja väljepinge ja koos sellega ka helitugevus on mitmesuguste saatjate vastuvõtul erisugune. Kuid ka sama saatja vastuvõtul muutub helitugevus sageli õige tunduvalt ja kiiresti, eriti lühilainete vastuvõtul. Käsitsi helitugevuse reguleerimisega ei jõuta sellisel juhul jälgida sisendpinge muutusi ning hoida heli tugevust püsivana.

Ülalnimetatud põhjusel rakendatakse vastuvõtjates automaatset võimenduse reguleerseadist (AVR), mille ülesandeks on muuta vastuvõtja kõrg- ja vahesagedusvõimendaja ning segusti võimendust sellises ula-

tuses, et detektorastme sisendpinge oleks sõltumatu vastuvõtja sisendpinge kõrgusest.

Nagu teada, on igasuguse resonantsvõimendaja väljepinge seda kõrgem, mida suurem on võimenduslambi anoodvooluringi vahelduvvoolu amplituud. Viimane aga on omakorda võrdeline lambi tõusuga. Järelikult on lambi tõusu reguleerimisega võimalik muuta võimendusastme väljepinge suurust.

Võimenduslambi tunnusjoone tõus sõltub ta võrele rakendatava negatiivse eelpinge suurusest ja on viimasega pöördvõrdeline, s. o. mida kõrgem on võrele antud eelpinge, seda väiksem on tõus, ja vastupidi. Selgub, et detektorieelsete võimenduslampide tüürvõredele antava negatiivse eelpinge suuruse muutmisega on võimalik reguleerida nende lampide võimendustegurit.

Võimenduse automaatseks reguleerimiseks tuleb kasutada muutuva tõusuga ehk eksponentlampe, mille tõus sõltub võre-eelpingest logaritmiliselt suurtes piirides. Muutuv tõus saavutatakse sel teel, et lambi spiraalikujulise tüürvõre keermesamm, s. o. võre tihedus, pole kogu võre ulatuses ühtlane, vaid muutuv. Nende lampide anoodvool ei katke (lamp ei sulgu) negatiivse eelpinge tunduval suurenemisel, nagu see esineb tavalise võrega lampides, vaid langeb miinimumini alles võrdlemisi suure negatiivse eelpinge korral. Näiteks on laialt kasutatava muutuva tõusuga kõrgsagedusvõimendaja lambi 6K7 tõus 3-voldise negatiivse võre-eelpinge korral 1,65 mA/V, kuna 52-voldise eelpinge korral ainult 0,002 mA/V. Tavalise tõusuga lampide kasutamisel (näiteks 6Ж7) toimub suure negatiivse eelpinge ja tugeva signaali puhul koos võimendamisega ka veel detekteerimine, mis põhjustab moonutuste ja nn. ristmodulatsioonhäirete tekkimist. Viimased väljenduvad selles, et valjuhääldajas kostab üheaegselt mitu saadet.

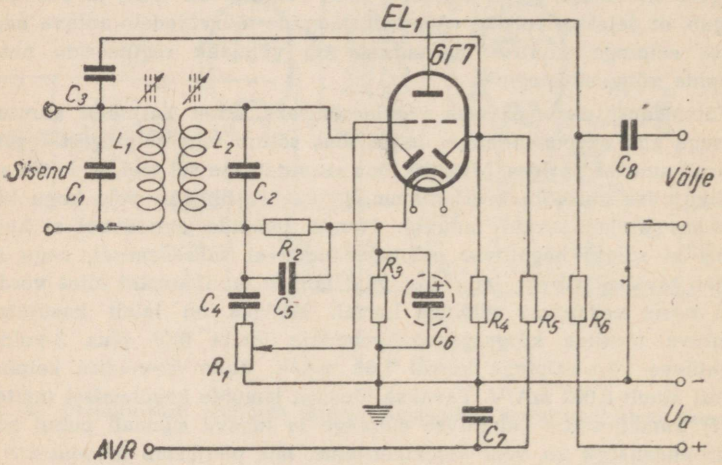
Automaatseks võimenduse reguleerimiseks saadakse lampidele vajalik eelpinge tavaliselt eraldi diooddetektorist, milleks harilikult kasutatakse kaksikdiood-trioodi teist dioodi.

Joonisel 24 toodud skeemi kohaselt töötab kaksikdiood-trioodi 6Г7 vasakpoolne diood detektorina, kuna parempoolne AVR-i pinge tekitajana. Lambi trioodosa toimib madalsagedus-pingevõimendajana.

AVR-i dioodi toidetakse vahesagedusvõimendaja viimase ribafiltri primaarvõnkeringist (L_1 ja C_1) kondensaatori C_3 kaudu, mis hoiab ära anood-alalisvoolu sattumise dioodi anoodile. Et nimetatud võnkeringi mitte liialt koormata, mis põhjustaks selles lisasumbumuse ning koos sellega selektiivsuse ja võimenduse languse, valitakse kondensaator C_3 väikese mahtuvusega, mille suuruseks keskmisel vahesagedusel (465 kHz) on 30 ... 50 pF. Kõrgematel vahesagedustel peab see mahtuvus olema väiksem ja madalamatel — vastavalt suurem. AVR-i dioodi võiks kondensaatori kaudu toita ka viimase ribafiltri sekundaarvõnkeringist (L_2

ja C_2), kuid et see on juba detektori poolt koormatud, tekiks nimetatud võnkeringis liialt suur sumbuvus koos eespool nimetatud pahedega.

Diood alaldab võnkeringist L_1C_1 saadud vahesagedusvoolu. Alaldatud vool kulgeb anoodilt katoodile ning katoodtakisti R_3 ja koormustakisti R_4 kaudu dioodi anoodile tagasi. Nimetatud vool tekitab takistis R_4 pingelangu, mille negatiivne poolus on takisti R_4 anoodipoolses otsas. Saadud pingelangu negatiivset potentsiaali kasutataksegi võimenduse automaatseks reguleerimiseks, s. o. vastavate võimenduslampide eelpingestamiseks.



Joon. 24. Kaksikdiood-trioodiga supervastuvõtja automaatse võimenduse reguleerseadise skeem.

Selleks ühendatakse kõrg- ja vahesagedusvõimendajate ning segusti lampide võred suureoomilise takisti R_5 kaudu koormustakisti R_4 anoodipoolse otsaga.

Tugeva signaali sisenemisel vastuvõtjasse on pinge võnkeringi L_1C_1 klemmidel kõrge. Seetõttu kulgeb AVR-i dioodi vooluringis ja takistis R_4 tugevam vool, mis tekitab nimetatud takistuses kõrgema pingelangu, s. o. AVR annab suurema negatiivse eelpinge. Lampidele antav kõrgem eelpinge aga, nagu eespool mainitud, vähendab nende võimendustegurit, mistõttu tugeva sisendsignaali mõju ei ole vastuvõtja väljes eriti tunduv. Nõrga sisendsignaali puhul on aga AVR-i poolt antav eelpinge madal, seetõttu lampide võimendustegur suur, ning väljes ei ole signaali nõrgenemist otseselt märgata. Automaatse võimenduse reguleerimine on seda mõjuvam, mida suuremale arvule lampidele automaatne eelpinge on rakendatud.

AVR-i automaatselt muutuvat negatiivset eelpinget ei ole soovitav rakendada muunduslampidele, mille ostsillaatorsagedus on tugevasti sõltuv signaalvõre eelpingest (näiteks muundusheptood 6A8). Sel puhul muutub vahesagedus, mis põhjustab moonutusi ja häireid.

AVR-i dioodi koormustakistis R_4 tekkinud pingelang on helisagedusliku pulseeriv, s. o. ta koosneb alalis- ja helisagedusvoolu komponentidest. Oletame, et modulatsiooni käigus signaalipinge amplituudid suurenevad. Koos sellega tõuseb ka automaatne eelpinge, mille mõjul helitugevus väljes suureneb üldiselt vähe. Kui nüüd modulatsiooni tõttu signaalipinge amplituudid vähenevad, siis langeb eelpinge, ning suureneva võimenduse tõttu on helitugevus väljes peaaegu muutumatu. Seega võimendatakse suuremaid signaalipinge amplituude vähem ning väiksemaid rohkem. Selle tagajärjeks on signaali modulatsiooniteguri vähendamine, mis praktiliselt väljendub lamedas helis.

Nimetatud puudusest vabanemiseks tuleb takistilt R_4 saadavat pulseerivat pinget siluda, mida teostatakse takistist R_5 ja kondensaatorist C_7 koosneva filtri abil. Selle filtri elementide väikeste suuruste puhul annab ennast tunda modulatsiooniteguri vähenemine, kuid kui R_5 ja C_7 on liiga suured, filtreeritakse küll helisagedus täielikult välja, kuid automaatse eelpinge toime muutub aeglaselt ega jõua jälgida signaalitugevuse kiireid muutusi. Viimane nähtus on seletatav sellega, et filtertakisti R_5 suure takistuse ja kondensaatori C_7 suure mahtuvuse puhul kondensaator ei jõua kiiresti laaduda ega tühjeneda. Kondensaatori laadimise kiirust iseloomustab ajakonstant, mis võrdub kondensaatori mahtuvuse ja takistuse korrutisega — RC, kus R väljendatakse oomides ja C faradites. Ajakonstant näitab aega sekundites, mille kestel kondensaatori algklemmipinge selle tühjendamisel läbi takisti langeb e (naturaallogaritmide alus, võrdub 2,71...) korda, s. o. ligikaudu 37%-le algpingest.

Takistuse R_5 ja kondensaatori C_7 suurused valitakse nii, et nende ajakonstant võrduks keskmiselt 0,2 sekundiga. Kuna R_5 suuruseks on tavaliselt 1 megaoom, siis kondensaatori C_7 väikseimaks mahtuvuseks kujuneb 0,02 µF. Tavaliselt valitakse selleks suuruseks 0,05 µF.

Et filtertakisti R_5 on ühendatud kondensaatori C_3 kaudu ribafiltri võnkeringiga rööbiti, siis suure lisasumbumuse vältimiseks tuleb takistus R_5 valida võimalikult suur. Teisest küljest aga moodustavad järjestikku ühendatud takistid R_4 ja R_5 AVR-iga eelpingestatavate lampide võretakistuse, mis lampide sulgumise ohu tõttu ei tohi olla liialt suur. Seepärast valitakse takistus R_5 nii suur, et ta rahuldab mõlemaid ülalmärgitud nõudeid. Ta tavaliseks suuruseks on 1 megaoom.

Joonisel 24 antud lülitusskeemi kohaselt toimib AVR viivitusega, sest parempoolse dioodi anood on katoodtakistis R_3 tekkiva pingelangu abil koormustakisti R_4 kaudu negatiivselt eelpingestatud. Järelikult tekib AVR-i dioodis ja takistis R_4 vool ning algab AVR-i toime alles siis, kui

signaalipinge amplituudid ületavad anoodile antava nõrga (paar volti) eelpinge, nn. AVR-i lävisuuruse. Seda lävisuurust on võimalik reguleerida AVR-i dioodi negatiivse eelpinge kõrguse muutmisega. Kui on vaja, et AVR toimiks suure viivitusega, siis on katoodtakistilt R_3 saadud pinge AVR-i dioodi eelpingestamiseks liialt madal. Sel puhul võetakse nimetatud eelpinge pingejagaja abil kas vastuvõtja lõpplambi katoodtakistilt või anoodvoolu allika miinusjuhtmesse ühendatud eelpingetakistilt.

Kui AVR-ist saadava automaatse eelpinge suurus ei ole küllaldane selle eelpingega reguleeritavate lampide võimendusteguri muutmiseks vajalikes piirides, tuleb AVR-i pinget võimendada dioodile järgneva alalisvooluvõimendaja abil.

Viivitustoimega AVR-i kasutamine põhjustab moonutuste tekkimist, kui signaalipinge amplituud on lävipingest ainult vähe suurem. Seepärast ei rakendata kõrgekvaliteedilistes vastuvõtjates viivitusega AVR-i. Joonisel 24 näidatud skeemis tuleks viivitustoime vältimiseks ühendada koormustakisti R_4 alumine ots lambi katoodiga.

Joonisel 24 näidatud takisti R_2 toimib dioodidetektori koormustakistusena, mille kõrgema potentsiaaliga ots asetseb vasakul, s. o. võnkeringi poolsel küljel. Et takistiga R_2 on rööbiti ühendatud kondensaator C_5, siis nad koos moodustavad *RC*-filtri, mille klemmidel areneb helisagedus-pinge. Selle filtri ajakonstant valitakse suurem vahesageduse ja väiksem moduleeriva sageduse perioodist.

Rööbiti *RC*-filtriga on ühendatud takistist R_1 (potentsiomeeter) ja kondensaatorist C_4 koosnev pingejagaja, mille potentsiomeetrilt saadav helisageduspinge rakendatakse lambi trioodosa võrele. Nimetatud potentsiomeeter toimib vastuvõtjas helitugevuse reguleerijana.

7. OPTILINE HÄÄLESTUSINDIKAATOR

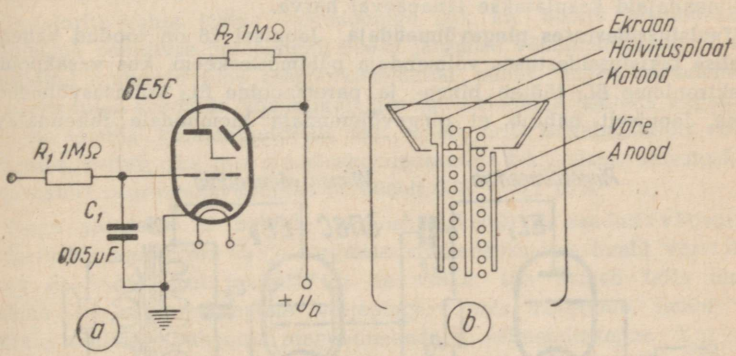
Kui vastuvõtjas on rakendatud AVR, siis jääb häälestamisel mõnikord mulje, nagu oleks vastuvõtja selektiivsus ebarahuldav. Seda nähtust on võimalik seletada järgmiselt. Kui häälestada vastuvõtja täpselt tugevale saatjale, surub AVR-i tõusev negatiivne pinge võimenduse maha. Sellest saatjast veidi kõrvalehäälestamisel aga suurendab AVR vastuvõtja võimendust. Seepärast ei muudagi häälestusnupu keeramine võrdlemisi suure nurga ulatuses helitugevust kuigi palju. Nimetatud asjaolu tõttu võib vastuvõtja häälestamine kõrva järgi olla ebatäpne, mis omakorda põhjustab moonutuste tekkimist.

Et vältida vastuvõtja kõrvalehäälestamist saatjast, kasutatakse kaasaegsetes vastuvõtjates häälestusindikaatoreid, s. t. seadiseid, mis näitavad häälestuse täpsust. Niisuguseks indikaatoriks võib näiteks olla milliampermeeter, mis näitab AVR-i pingega reguleeritava võimenduslambi anoodvoolu. Kui vastuvõtja on häälestatud täpselt saatjale, on

AVR-i pinge ja võimenduslambi eelpinge suurimad ning ta anoodvool väikseim. Seega saab täpset häälestuspunkti määrata milliampermeetri minimaalse näidu järgi.

Mõõteriist-häälestusindikaatoreid kasutatakse ainult eri otstarbeks määratud vastuvõtjates, kuna tavalistes ringhäälingu-vastuvõtjates leiavad rakendamist nn. optilised ehk elektronhäälestusindikaatorid.

Optiline häälestusindikaator, mille lülitusskeem on antud joonisel 25, *a*, kujutab endast klaaskestaga trioodi. Selle ülemises osas asetseb fluorestseeriv kooniline ekraan (joon. 25, *b*), mille keskele ulatub ka lambi katoodi ots. Sellest kiirguva ja ekraanile sattuva elektronidevoo mõjul hakkab kogu ekraan helenduma, välja arvatud ainult koht, kus teda katab anoodiga ühendatud nn. hälvitusplaat. Ekraan ühendatakse otseselt anoodvooluallika plussiga, kuna anood sama punktiga, kuid tavaliselt 1 MΩ suuruse takisti kaudu. Kui seda takistit läbib vool, siis tekib temal pingelang, mille tõttu anood ja hälvitusplaat on ekraani suhtes pingestatud negatiivselt. Seetõttu tõukab plaat elektrone eemale ja ekraanil tekib varjatud sektor. Indikaatori võrele antakse vastuvõtja AVR-i või detektori pinge.



Joon. 25. Optiline häälestusindikaator:
a — lülitusskeem, *b* — ehitus.

Vastuvõtja häälestamisel mingile saatjale tõuseb AVR-i pinge, mistõttu indikaatori anoodvool ning koos sellega ka pingelang 1-MΩ takistil väheneb. Seega läheneb hälvitusplaadi positiivne pinge oma suuruselt ekraani pingele, mistõttu selle plaadi hälvitav mõju väheneb ja tume sektor ekraanil selle tagajärjel kitseneb. Vastuvõtja on häälestatud täpselt saatjale, kui tume sektor on kõige kitsam.

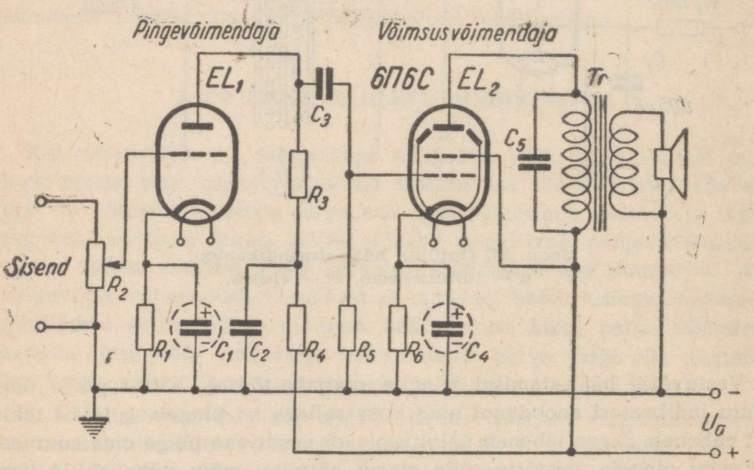
Üldiselt. Raadiovastuvõtja detektori väljest saadud madal- ehk helisagedusvõimsus ei ole küllaldane valjuhääldaja normaalseks töölerakendamiseks. Võimsuse suurendamiseks tuleb vastuvõtjas kasutada madalsagedusvõimendajaid, mis jagunevad pinge- ja võimsusvõimendajaiks.

Madalsagedusvõimendamise üldiseks eesmärgiks on saada lõpp-, s. o. võimsusvõimendaja väljest soovitud suurusega helisagedusvõimsust. Järelikult tuleb võimsusvõimendamise astmes kasutada vastava võimsusega elektronlampi. Võimsusvõimendaja lambi (lampide) normaalseks töölerakendamiseks (tüürimiseks) tuleb ta võrele juhtida küllalt kõrge helisageduslik pinge, milleni aga ei küüni detektori väljepinge. Viimase pinge tõstmiseks, s. o. võimendamiseks, kasutataksegi pingevõimendajaid. Pingevõimendajate väljevõimsuse suurus pole oluline, mistõttu neis võimendajais kasutatakse väikese võimsusega lampe.

Vastavalt sellele, missugust liiki koormust võimenduslambi anood-vooluringis kasutatakse, eristatakse põhiliselt kolme liiki pingevõimendajaid: transformaatorsidestuses, paispoolsidestuses ja takistussidestuses.

Et transformaator- ja paispoolsidestuses madalsagedusvõimendajates tekivad moonutused (eriti kõrgemate helisageduste ribas), siis nimetatud võimendajaid kasutatakse tänapäeval harva.

Takistussidestuses pingevõimendaja. Joonisel 26 on toodud kaheastmelise takistussidestuses võimendaja põhimõtteskeem, kus vasakpoolne elektronlamp EL_1 töötab pinge- ja parempoolne EL_2 võimsusvõimendajana. Jooniselt nähtub, et pingevõimendaja klemmidele rakendatavat



Joon. 26. Kaheastmelise takistussidestuses madalsagedusvõimendaja põhimõtteskeem.

sisendpinget on võimalik potentsiomeetri R_2 abil reguleerida, s. o. selle potentsiomeetri abil reguleeritakse valjuhääldaja helitugevust. Anoodvahelduvvool, läbides koormustakistit R_3, tekitab sellel helisagedusliku pingelangu, mille kõrgem potentsiaal asetseb takisti anoodipoolses otsas. Et koormustakisti on veel anoodvooluallika positiivse potentsiaali all, siis ei saa takistil R_3 tekkinud väljepinget otseselt üle kanda järgneva võimenduslambi EL_2 võrele, sest vastasel korral satuks lambi EL_2 võre katoodi suhtes kõrge positiivse potentsiaali alla, mis rikub lambi töörežiimi, või halvemal juhul muudab ta töökõlbmatuks.

Nimetatud põhjusel kantakse pingevõimendaja väljepinge üle järgmise võimendusastme lambi võrele sidestuskondensaatori C_3 kaudu. Selle kondensaatori mahtuvus ei tohi olla liiga väike, sest sel puhul tekib kondensaatoris madalamate helisageduste osas suur pingelang põhjusel, et kondensaatori mahtuvustakistus ja koos sellega ka temas tekkiv pingelang on pöördvõrdelised vahelduvvoolu sagedusega. Järelikult võimendatakse väikese mahtuvusega sidestuskondensaatori puhul madalamaid helisagedusi vähemal määral kui kõrgeid, mis väljendub heli moonutusena. Kuid sidestuskondensaatori mahtuvus ei või ka olla liiga suur, sest mida suurema mahtuvusega on kondensaator, seda väiksemaks muutub ta isolatsioonitakistus. Eriti käib see paberdielektrikuga kondensaatorite kohta. Halva isolatsiooniga ehk nn. lekkiv kondensaator põhjustab positiivse potentsiaali pääsu järgmise võimenduslambi võrele, mispuhul ilmnevad juba eespoolkirjeldatud pahed. Sidestuskondensaatoriteks tuleb kasutada võimalikult hea isolatsiooniga, näiteks vilgukivi- või keraamilisi kondensaatoreid, sest sageli, eriti isevalmistatud vastuvõtjates, peitub rike just sidestuskondensaatori lekkimises. Sidestuskondensaatori suuruseks valitakse tavaliselt 0,01 ... 0,1 µF.

Nagu jooniselt 26 nähtub, jaguneb takistilt R_3 saadud väljepinge sidestuskondensaatori C_3 ja järgmise võimendusastme lambi võretakistuse R_5 vahel. Kui takistus R_5 on väike, siis langeb talle ainult tühine osa eelmise astme väljepingest, mis rakendub lambi EL_2 võrele. Sellega väheneb pingevõimendaja võimendustegur. Kui aga see takistus on suur, siis ei saa lamp EL_2 normaalselt töötada, sest et ta võrele peatuma jäänud elektronid ei saa vabalt ära voolata. Selle tagajärjel muutub võre üleliia negatiivseks, mille tulemuseks on vältimatud moonutused. Eriti suure võretakistuse puhul tekib võrel niivõrd suur negatiivne eelpinge, et lamp kas püsivalt või ajutiseks sulgub. Seesugune ajutine, moonutustega kaasnev lambi sulgumine-avanemine väljendub valjuhääldajas „luksumisena". Võretakistuse suuruseks on tavaliselt 0,1 ... 1,0 MΩ, väikse võimsusega lampide (patareiküttega) juures aga veel suurem — kuni 3,0 MΩ. Üldiselt on reegliks, et mida suurema mahtuvusega valitakse sidestuskondensaator, seda väiksema suurusega võib olla võretakistus ja vastupidi. See tähendab seda, et sidestuskondensaatori mahtuvuse ja võretakistuse

korrutis peab moonutusvaba võimenduse ja võimalikult suure võimendusteguri saamiseks vastama praktiliselt teatud kindlale keskmisele suurusele, milleks on

$$C_s R_g = 0{,}003 \ldots 0{,}03,$$

ehk

$$C_s = \frac{0{,}003 \ldots 0{,}03}{R_g},$$

kus C_s — sidestuskondensaatori mahtuvus µF;
R_g — võretakistus MΩ.

Näide. Võimsusvõimendaja lambi võretakistuse R_g suuruseks on 0,4 MΩ; korrutisarvuks valime keskmise suuruse, s. o. 0,016. Leida sidestuskondensaatori mahtuvus.

$$C_s = \frac{0{,}016}{R_g} = \frac{0{,}016}{0{,}4} = 0{,}04 \text{ µF}.$$

Näide. Võimsusvõimendaja lambi 6П3С võretakistuse suuruseks on 0,1 MΩ ja sidestuskondensaatori mahtuvuseks 0,05 µF. Kontrollida, kas sidestuskondensaatori mahtuvus on sobiv, kui on teada, et võretakistus on valitud lambi andmete kohaselt õigesti.

$$C_s R_g = 0{,}05 \cdot 0{,}1 = 0{,}005.$$

Järelikult C_s on valitud õigesti.

Takistussidestuses võimendaja töötab keskmistel helisagedustel peaaegu moonutusteta, sest sel puhul määrab pingevõimendaja väljepinge suuruse põhiliselt anoodkoormuse aktiivtakistus R_3, mis ei sõltu teda läbiva vahelduvvoolu sagedusest. Madalamatel sagedustel, s. o. alla 100 Hz, kerkib esile sidestuskondensaatori C_3 mõju, mis takistab madalamate sageduste läbipääsu järgneva võimenduslambi võrele. Kõrgematel sagedustel aga, s. o. sagedustel üle 5000 Hz, hakkavad mõju avaldama pingevõimendaja lambi anoodi ja katoodi vaheline mahtuvus, lülituse ühendusjuhtmete vaheline mahtuvus ja järgmise võimenduslambi sisendmahtuvus. Kõiki neid mahtuvusi võib vaadelda ühendatuina rööbiti anoodkoormustakisti ja järgmise võimenduslambi võretakistiga. Praktiliselt on nende mahtuvuste kogusummaks 100 ... 200 pF. Kui oletada, et võimendus toimub sagedusel 8000 Hz ning et ülalnimetatud parasiitmahtuvuste summa on 200 pF, siis arvutuse kohaselt on selle mahtuvustakistus 100 kΩ. Et aga anoodkoormustakistus on sõltuvalt lambi anoodvoolu tugevusest 20 ... 500 kΩ, siis antud juhul on parasiitmahtuvuste takistus keskmiselt sama suur kui koormustakistus. Seega kulgeb nimetatud juhul pool väljepinget tekitavast voolust läbi parasiitmahtuvuste. Et aga väljepinge on võrdeline koormustakistit läbiva vooluga, siis on selge, et väljepinge on poole väiksem kui keskmistel helisagedustel, kus parasiitmahtuvuste mõju on tühine.

Järelikult on takistussidestuses pingevõimendaja võimendustegur väiksem niihästi madalatel kui ka kõrgetel helisagedustel. Kui on vaja ühtlaselt võimendada laia sagedusriba, tuleb parasiitmahtuvuste mõju vähendamiseks valida väiksem anoodkoormus- ja võretakistus ning madala sisetakistuse ja võimendusteguriga lamp (triood). Nende abinõude rakendamisel väheneb küll pingevõimendaja võimendustegur, kuid sagedusriba võimendatakse ühtlasemalt.

Üldiselt peab aga takistussidestusega võimendajas kasutama pentoode, sest nende sisendtakistus ja võre ning anoodi vaheline mahtuvus on väga väike, mispärast nad ei kaldu nii kergesti võnkuma (genereerima) kui trioodid, ning peale selle on pentoodide võimendustegur palju suurem kui trioodidel.

Takistussidestuses võimendaja võimendustegur on kesksagedusel arvutatav järgmise ligikaudse valemiga:

$$K = \mu \frac{R_a}{R_i + R_a} \quad \text{ehk} \quad K = \mu \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_a}},$$

kus μ — võimenduslambi võimendustegur;
R_a — anoodkoormustakistus;
R_i — võimenduslambi sisetakistus.

Valemist nähtub, et takistussidestuses võimendaja võimendustegur on alati väiksem kui lambi võimendustegur. See tegur on seda lähedasem μ-le, mida väiksem on suhe $\frac{R_i}{R_a}$. Niisiis kui tahetakse saada suurt pingevõimendust, peab valima kõigepealt suure võimendusteguriga lambi ning võimalikult suure anoodkoormustakistuse R_a. Liiga suurt anoodkoormustakistust ei saa valida aga sel põhjusel, et siis tekib temas suur alalisvoolu pingelang, mille tõttu lamp ei saa enam ettenähtud anoodpinget ja seepärast tuleks anoodvoolu allika pinget tõsta.

Võimsusvõimendaja. Joonisel 26 on antud jugatetroodiga 6П6С võimsusvõimendaja põhilülitus. Helisageduspinge kantakse eelnevalt astmelt (pingevõimendajalt) ülekandekondensaatori C_3 kaudu võimsuslambi tüürvõrele. Sama võre saab negatiivse eelpinge katoodtakistis R_6 tekkinud pingelangu tõttu. Takisti R_6 on šunditud anoodvoolu vahelduvkomponendi läbilaskmiseks madalpingelise ja suuremahtuvuselise elektrolüütkondensaatoriga C_4. Selle kondensaatori puudumisel tekiks takistil R_6 ka vahelduvvoolu pingelang, mis väljenduks negatiivse tagasisidestusena. Võimsuslambi sisetakistuse sobitamiseks valjuhääldaja näivtakistusega on ette nähtud väljetrafo *Tr*.

Võimendatud helisageduse tugeva 3. harmoonilise ja muude kõrgemasageduslikkude häirete vähendamiseks ühendatakse väljetrafo primaarmähisega rööbiti kondensaator C_5.

Võimsusvõimendaja väljevõimsuse suurendamiseks võib selles kasutada kahte rööbiti ühendatud lampi, mispuhul saadav üldvõimsus on võrdne lampide võimsuse summaga. Sel korral peavad nende lampide iseloomustussuurused olema võrdsed, sest vastasel juhul tekivad moonutused. Rööbiti ühendatud lõpplampide puhul suureneb võimendusastme anoodvool, mis tingib suuremate mõõtmetega väljetrafo kasutamist. Nimetatud põhjusel ei ole rööbiti ühendatud lampidega võimsusvõimendaja levinud.

Paremaid tagajärgi saavutatakse vastastaktlülitusega, milles samuti kasutatakse kahte lampi. See lülitus võimaldab saada suuremat väljevõimsust kui siis, mil kaks samasugust lampi töötavad rööbiti.

Vastastakt-võimsusvõimendaja üheks heaks omaduseks on see, et ta ei reageeri häiretele, mis tavalises võimsusvõimendajas tekivad puudulikult filtreeritud anoodvoolu puhul.

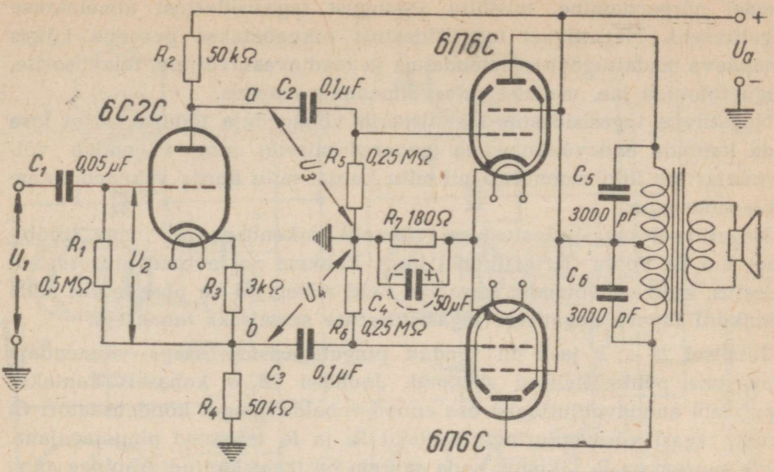
Vastastaktlülituses võimendajas puudub väljetrafo südamikus magnetiline küllastus ja sellest tingitud mittelineaarmoonutused. Selles lülituses kulgevad võimenduslampide alalised anoodvoolud väljetrafo primaarmähise pooltes vastassuunaliselt, mistõttu nende voolude poolt tekitatud vastupidised magnetväljad hävivad. Seega lampide alalised anoodvoolud ei magneedi südamikku, mis võimaldab valmistada väljetrafo väiksema südamikuga kui ühelambilise, sama võimsa võimendaja jaoks.

Vastastaktlülituses on vajalik võimenduslampide võredele rakendada üksteise suhtes faasis 180° nihutatud ja võrdsed sisendpinged. Seadiseid, millede abil teostatakse sisendpingete faasi nihutamist, nimetatakse faasipöörajateks ehk inverteriteks.

Lihtsamaks inverteriks on sümmeetrilise sekundaarmähisega trafo, mille mähise keskpunkt kas maandatakse või rakendatakse selle kaudu lampide võredele vajalik eelpinge. Sel puhul tekivad sekundaarmähise otstes keskpunkti suhtes võrdsed ja faasis 180° nihutatud pinged.

Et keskpunktiga sisendtrafo kasutamisel tekivad teatud moonutused, siis paremates vastastaktlülitustes leiavad rakendamist takistussidestuses inverterid. Joonisel 27 on toodud katoodsidestuses faasipööraja lülitus. Siin toimib inverterina lamp 6C2C, mille võre ja katoodi vahele ei rakendata kogu sisendpinge U_1, vaid selle pinge ja poole väljepinge U_4 vahe U_2. See on seletatav sellega, et lambi katoodiringi ühendatud faasinihketakisti R_4 kuulub üheaegselt nii sisend- kui ka väljevooluringi. Seetõttu tekib negatiivne tagasisidestus, sest takisti R_4 klemmidel on sisend- ja väljepingete faasid vastupidised.

Kuna takistite R_2 ja R_4 välisotsad, arvates lambist, on maandatud (R_2 — võrgutoite osa kaudu), tekivad punktides *a* ja *b* võrdsed ning 180° üksteise suhtes nihutatud pinged, mis rakendataksegi vastastaktvõimsusvõimendaja lampide võredele. Neile lampidele saadakse vajalik võre-eelpinge ühises katoodtakistis R_7 tekkiva pingelangu arvel.



Joon. 27. Vastastaktlülituses võimsusvõimendaja skeem.

Vastastakt-võimsusvõimendaja lampide toitmine anoodvooluga toimub väljetrafo primaarmähise keskpunkti kaudu. Selles mähises liituvad ka lampide anoodvoolu vahelduvkomponendid. Viimased indutseerivad trafo sekundaarmähises valjuhääldaja võnkepoolile rakendatava pinge.

9. NEGATIIVNE TAGASISIDESTUS

Tagasisidestusega võimendajas kantakse osa väljepinget tagasi võimendaja sisendisse. Kui tagasikantud pinge on sisendpingega faasis, siis saadakse tagasisidestuse abil lisavõimendust, kuid sel puhul võimendatakse ka moonutusi, mis muidugi on ebasoovitavaks nähtuseks. Seesugust tagasisidestust nimetatakse positiivseks ja ta tekib võimendajais sageli, kui leiab aset helisagedusliku energia ülekandumine võimendaja anoodringist võreringi. Selle energia ülekandumise põhjuseks võib olla võimenduslambi anoodi ja võre või nende ühendusjuhtmete-vaheline liialt suur mahtuvus, võimendaja üksikosade ebaõige paigutus (mis samuti põhjustab energia tagasikandumist elektri- või magnetväljade kaudu) jne. Eriti tugeva positiivse tagasisidestuse puhul muutub võimendaja helisagedusgeneraatoriks, s. o. muundab anoodvooluallikast saadud alalisvoolu energia helisagedusliku voolu energiaks. Sel puhul kostab valjuhääldajast undamine.

Kui aga tagasisidestuse puhul võimendaja sisendisse tagasikantud pinge faas on vastupidine sisendpinge faasiga, siis tekib võimenduse

asemel nõrgendamine, mistõttu seesugust tagasisidestust nimetatakse negatiivseks. Negatiivset tagasisidestust rakendatakse peaaegu kõigis tänapäeva madalsagedusvõimendajais ja raadiovastuvõtjate, televiisorite, magnetofonide jne. madalsagedusvõimendaja astmeis.

Negatiivne tagasisidestus stabiliseerib võimendaja tööd, s. o. ei lase seda kalduda endavõnkumisele (genereerimisele) ning vähendab võimendajas iga liiki moonutusi nii mitu korda, mitu korda väheneb astme võimendustegur.

Negatiivset tagasisidestust on võimalik rakendada nii pinge (rööbitine) kui ka voolu (järjestikune) järgi. Rohkem on levinud pingetagasisidestus, kuid on võimalik kasutada neid mõlemaid ka üheaegselt, mida mõnikord tugeva negatiivse tagasisidestuse saamiseks tehaksegi.

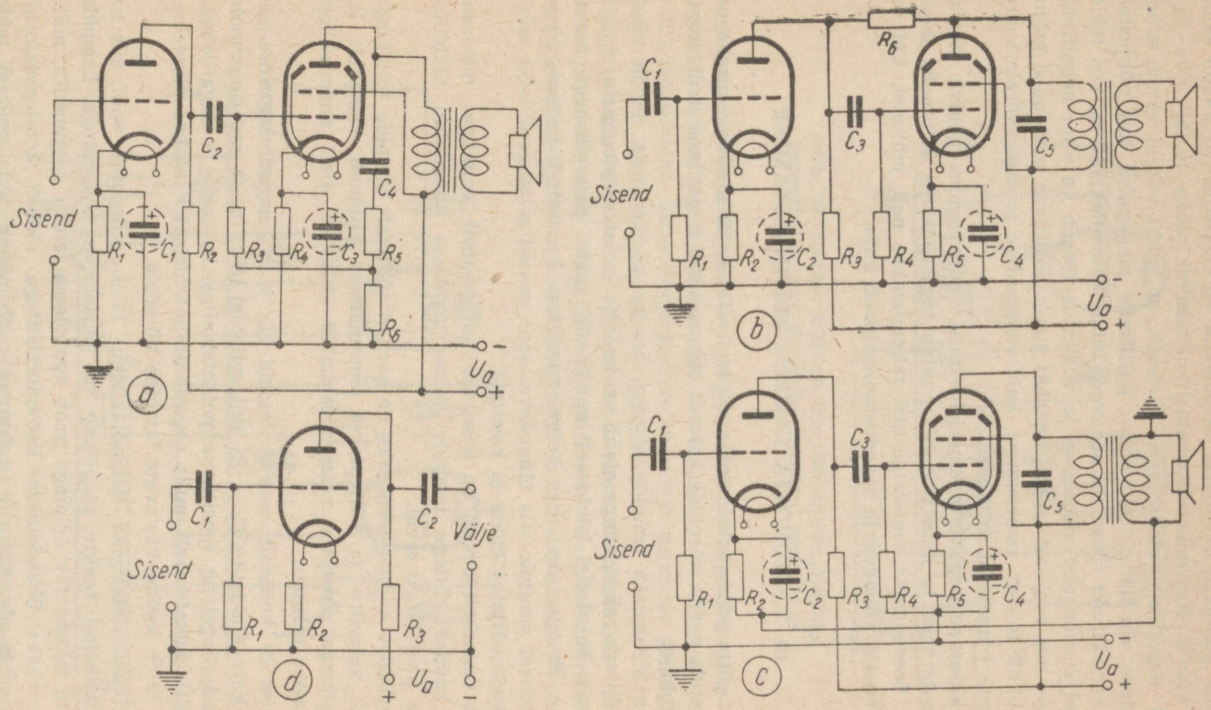
Joonisel 28 *a*, *b* ja *c* on toodud pingetagasisidestusega võimendaja lõppastme põhimõttelised skeemid. Joonisel 28, *a* kohaselt kantakse lõpplambi anoodvooluringist osa anood-vahelduvpinget kondensaatori C_4 kaudu tagasi võrevooluringi. Takistid R_5 ja R_6 toimivad pingejagajana. Mida suurem on R_6 takistus, seda suurem on tagasikantud osapinge ning seda tugevam tagasisidestus. Et anood-vahelduvpinge on vastufaasis sama lambi võrepingega, siis tekibki negatiivne tagasisidestus.

Vastavalt joonisel 28, *b* toodud skeemile kantakse takistuse R_6 kaudu lõpplambi anoodvooluringist osa vahelduvpinget tagasi eelmise lambi (pingevõimendaja) anoodile. Et võimendajas üksteisele järgnevate lampide anood-vahelduvpinged on vastufaasis, siis saadakse ka sel juhul negatiivne tagasisidestus, mille tugevus on pöördvõrdeline takistuse R_6 suurusega (0,25 ... 2,0 MΩ).

Tarviduse korral on selle skeemi abil võimalik saavutada tagasisidestus ainult kõrgemate helisageduste piirkonnas. Selleks tuleb ühendada takistusega R_6 järjestikku seesuguse mahtuvusega kondensaator, mille mahtuvustakistus madalamatel helisagedustel on niivõrd suur, et neil sagedustel anood-vahelduvpinge tagasikandumist praktiliselt ei esine. Kõrgematel sagedustel on aga kondensaatori mahtuvustakistus väike, mistõttu selles helisagedusribas toimubki tagasisidestus. Kui kasutada takistusena R_6 potentsiomeetrit, siis on sellega võimalik soovikohaselt reguleerida nii tagasisidestuse kui ka kõrgemate helisageduste tugevust, s. o. helitämbrit.

Joonise 28, *c* järgi teostatakse tagasisidestust pingega, mis saadakse väljetrafo sekundaarmähisest. See pinge, mis on vastufaasis pingevõimendaja lambi anoodil valitseva vahelduvpingega, juhitakse nimetatud lambi katoodile. Et suurendada sel põhimõttel töötava tagasisidestuse tugevust, varustatakse väljetrafo mõnikord eraldi tagasisidestusmähisega.

Joonisel 28, *d* on toodud voolu abil toimuva tagasisidestusega skeem. Nagu jooniselt nähtub, puudub lülituses võimenduslambi katoodtakistiga R_2 rööbiti ühendatav suure mahtuvusega kondensaator. Viimase puudumise tõttu tekib katoodtakistil helisageduslikult pulseeriv pinge-



Joon. 28. Negatiivse tagasisidega lõppastme põhimõtteskeemid:
a, *b* ja *c* — pingetagasiside, *d* — voolutagasiside.

lang, mis juhitakse negatiivse eelpingena võretakistuse R_1 kaudu sama lambi võrele. Katoodkondensaatori olemasolul saaks lambi võre aga silütud negatiivse alalispinge. Oletame, et lambi võrele satub mingi moonutuse või häire tõttu suur positiivne pingepulss, mis põhjustab lambi anoodvoolu tõusu. Et see vool läbib katoodtakistit R_2, siis tekib viimasel suurenenud pingelang, ja vastavalt tõuseb ka võre negatiivne eelpinge, mis osaliselt tasakaalustabki suure positiivse pingepulsi mõju. Loomulikult toimub samasugune, kuid vastupidine protsess võrele suure negatiivse pingepulsi sattumisel.

Kui kasutada negatiivse tagasisidestuse vooluringides sobiva suurusega mahtuvusi ja induktiivsusi, muutub tagasisidestus sõltuvaks sagedusest. Seesuguseid tagasisidestusi rakendatakse neil juhtudel, kui on tarvis muuta võimendaja sagedustunnusjoone kuju.

10. VASTUVÕTJA LAMPIDE EELPINGESTAMINE

Vastuvõtja võimenduslampide õiges režiimis töölerakendamiseks on tarvis anda nende võredele katoodi suhtes püsiv negatiivne alalispinge, nn. eelpinge.

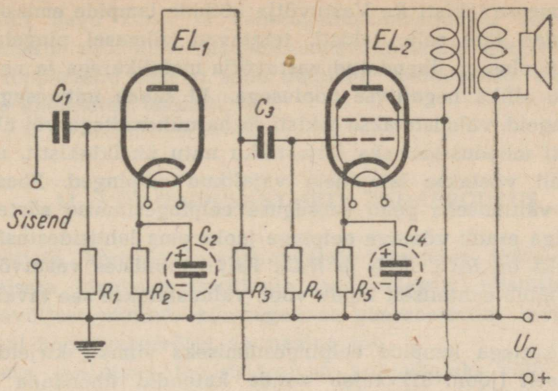
Kõige lihtsamaks lampide eelpingestamise viisiks oleks nende võredele eelpinge rakendamine eraldi vooluallika — nn. eelpingepatarei abil. Seda viisi kasutatigi laialdaselt vanematüübilistes patareitoitega vastuvõtjates. Et aga igasugune kuivelementidest koostatud patarei pinge vananemisel muutub, siis tänapäeval seesuguseid eelpingeallikaid tavalistes vastuvõtjates enam ei kasutata.

Palju otstarbekohasem on kasutada automaatset eelpinget, mis saadakse kaudse küttega lampide katoodringidesse ühendatud takistitel tekkiva pingelangu arvel.

Automaatse eelpinge eeliseks on see, et sõltuvalt lampide toitepinge (anood-, varivõre- ja küttepinge) muutumisest kujuneb vastavalt ka võre-eelpinge, mistõttu võimenduslambid töötavad alati enam-vähem optimaalses režiimis.

Joonise 29 kohaselt saavad lambid EL_1 ja EL_2 negatiivset võre-eelpinget katoodtakistite R_2 ja R_5 abil, milledel tekib neist emissioonvoolu läbimisel pingelang (positiivse potentsiaaliga katoodil ja negatiivsega vastuvõtja metallkerel), mille negatiivne potentsiaal kantakse võretakistite R_1 ja R_4 kaudu vastavate lampide võredele.

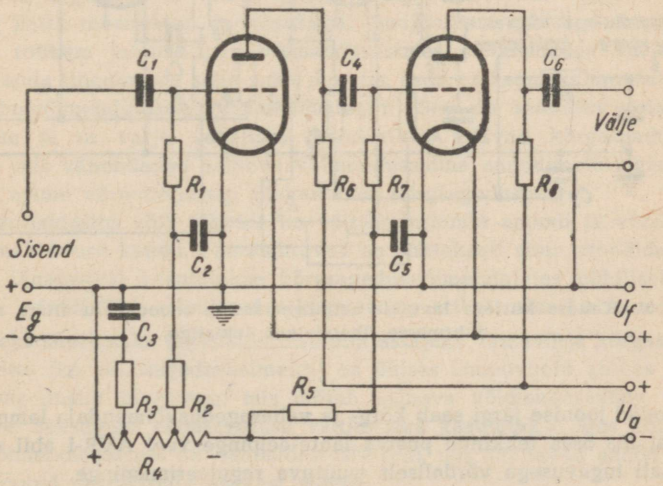
Et võimenduslampide katoodtakisteid läbib pulseeriv vool, siis ka katoodtakistitel tekkiv pingelang on pulseeriva iseloomuga. Lampide võredele rakendatav eelpinge peab aga olema täiesti muutumatu, mille saavutamiseks ühendatakse katoodtakistitega rööbiti kondensaatorid. Nimetatud kondensaatorite mahtuvus peab olema seda suurem, mida väiksem on pulseerivvoolu sagedus ja pinge. Sel põhjusel tuleb madal-



Joon. 29. Kaudse küttega lampide eelpingestamine katoodtakistitega üksikute lampide vooluringis.

sagedusvõimendaja lõppastme lambi katoodtakistiga ühendada rööbiti suuremahtuvuseline kondensaator — tavaliselt 50...100-μF elektrolüütkondensaator, kuna kõrgsagedusvõimendaja astmetes piisab selleks juba 5000...10 000-pF paberkondensaatorist.

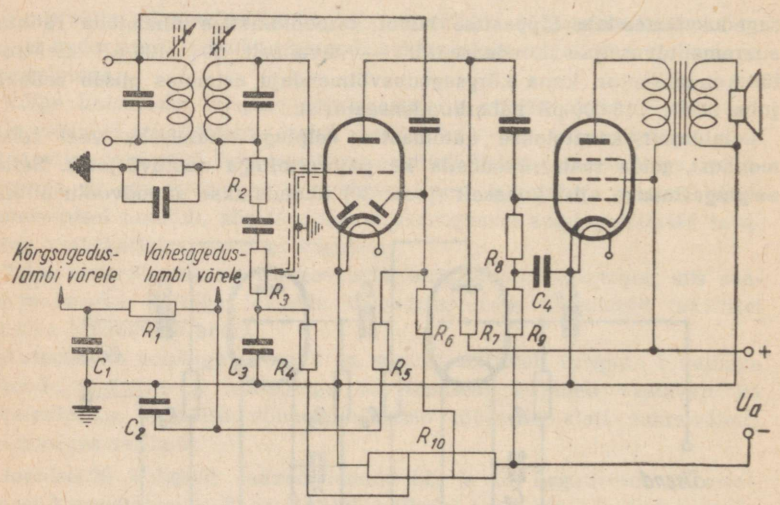
Laialdaselt kasutatakse automaatse eelpinge saamiseks veel teist moodust, mida saab rakendada ka patareitoitega vastuvõtjates. Selle eelpingestamise viisi kohaselt (joon. 30) ühendatakse anoodvoolu allika



Joon. 30. Otsese küttega lampide eelpingestamine anoodvoolu allika miinusjuhtmesse ühendatava takistiga.

miinusjuhtmesse takisti R_4. Vastuvõtja kõikide lampide emissioonvoolud, mis kulgevad läbi selle takisti, tekitavad viimasel pingelangu, mille positiivne poolus on ühendatud vastuvõtja metallkerega ja negatiivne — anoodvoolu allika negatiivse poolusega. Et saada mitmesuguse suurusega eelpingeid, valmistatakse takisti R_4 haruühenditega või ühendatakse selle takisti moodustamiseks järjestikku mitu üksiktakistit, mille ühenduskohtadelt võetakse lampidele vajalikud eelpinged. Ebasoovitavate sidestuste vältimiseks peab seesuguse eelpingestamise süsteemi puhul kasutama iga eraldi võetava eelpinge jaoks oma lahtisidestusfiltrit, mille elementideks on R_3C_3, R_2C_2 ja R_5C_5. Paljulambilistes vastuvõtjates, kus takistit R_4 läbib suhteliselt tugev vool, valmistatakse see tavaliselt traattakistina.

Kaudse küttega lampide eelpingestamiseks viimati kirjeldatud mooduse kohaselt (joon. 31) tuleb nende katoodid ühendada vastuvõtja metallkerega ja eelpinge takisti R_{10} ühendada anoodvoolu allika miinuse ja kere vahele.



Joon. 31. Kaudse küttega lampide eelpingestamine anoodvoolu allika miinusjuhtmesse ühendatava takistiga.

Toodud joonise järgi saab kõrg- ja vahesagedusvõimendaja lamp peale takisti R_{10} osas tekkinud püsiva lähte-eelpinge veel AVR-i abil sisendsignaali tugevusega võrdeliselt muutuva reguleerimispinge.

Sageli kasutatakse vastuvõtja lampide automaatseks eelpingestamiseks kombineeritud meetodit, mille kohaselt madalamat eelpinget nõud-

vad lambid, nagu kõrg- ja vahesagedusvõimendajad eelpingestatakse katoodtakistite abil, kuna madalsagedusvõimendaja kõrgemat eelpinget vajavad lõpplambid saavad selle eelpinge anoodvoolu allika miinusjuhtmesse ühendatud takistilt.

11. VÕIMENDUSASTMETE ENDAERGUTUS

Vastuvõtjate kõrgsagedusvõimendajate astmetes tekib eriabinõude rakendamiseta tavaliselt positiivne tagasisidestus, mistõttu nimetatud osa vastuvõtjast muutub kõrgsageduse generaatoriks, mille tagajärjel on häiritud kogu vastuvõtja normaalne töö.

Seesuguse positiivse tagasisidestuse põhjustajaks võib olla kõrvuti asuvate poolide omavaheline sidestus nii magnet- kui ka elektrivälja kaudu. Nimetatud tagasisidestuse vältimiseks kaetakse (varjestatakse) võimendusastme poolid maandatavate alumiiniumist või veel parem vasest topsidega (varjetega), mis nende õige valiku korral kõrvaldavad täielikult poolidevaheliste väljade mõju.

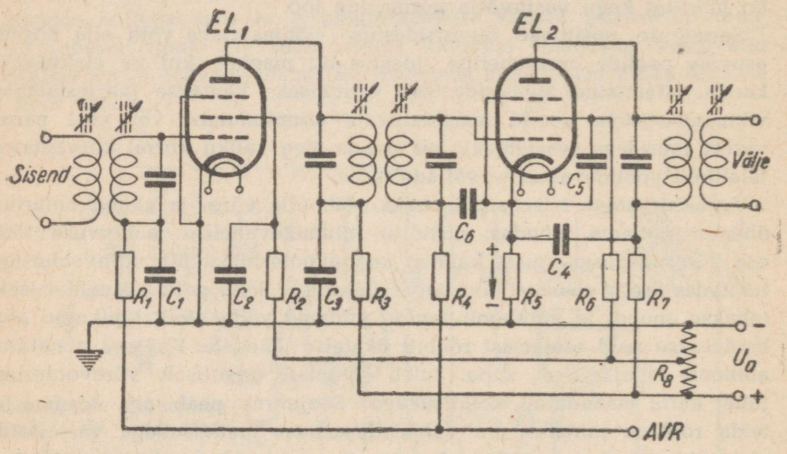
Tagasisidestuse teiseks põhjuseks võib olla võre- ja anoodvooluringi ühendusjuhtmete lähedus, mistõttu juhtmetevahelise mahtuvuse tõttu osa kõrgsagedusenergiast kandub anoodvooluringist üle võrevooluringi, tekitades seega ebasoovitava tagasisidestuse. Selle pahe kõrvaldamiseks tehakse anood- ja võrevooluringide juhtmed võimalikult lühikesed ning hoidutakse neid asetamast rööbiti üksteise lähedale. Kui aga nimetatud abinõud tagajärgi ei anna, tuleb juhtmed (tavaliselt võrevooluringi juhe) katta maandatud metallsukaga. Seejuures peab aga teadma, et mida rohkem juhtmeid on võimendusastmes metallsukaga varjestatud ning mida tihedam on selle suka punutis, seda väiksemaks muutub kõrgsagedusvõimendusastme võimendustegur. See on seletatav sellega, et juhtme ja ta varje vahelises dielektrikus tekivad kõrgsageduslikud kaod, mis vähendavad eelneva võimendusastme anoodvooluringist järgneva astme võrevooluringi ülekantavat kõrgsageduspinget.

Tagasisidestus võib tekkida ka võimenduslambi anoodi ja võre vahelise mahtuvuse kaudu. See mahtuvus on suhteliselt suur trioodidel, mistõttu tänapäeval kasutatakse kõrgsagedusvõimendajates põhiliselt pentoode. Ainult ÜLL astmikkudes kasutatakse erilülitustes ka trioode.

Üheks suuremaks tagasisidestuse põhjustajaks vastuvõtja kõrgsagedusastmetes (ka vahesagedusastmetes) on ühises anoodvoolu allikas tekkiv kõrgsageduslik pingelang, mis mõjub eelneva võimendusastme võnkeringile. Seesuguse endaergutuse vältimiseks kasutatakse igas kõrgsagedusvõimendusastmes nn. lahtisidestusfiltreid, mis suunavad anood-vahelduvvoolud anoodvoolu allikast mööda.

Joonise 32 kohaselt on võimenduslambi EL_1 anoodvõnkeringiga ühendatud järjestikku takisti R_3, mille kaudu nimetatud lamp saab anoodtoi-

det. Et vältida kõrgsagedusvoolu pääsemist anoodvoolu allikasse, mille sisetakistusel ta tekitaks ebasoovitava pingelangu, on anood-võnkering kondensaatori C_3 kaudu ühendatud lambi katoodiga (vastuvõtja metallkerega). Järelikult kulgeb kõrgsagedusvool nüüd lambi anoodilt läbi kondensaatori C_3 tagasi sama lambi katoodile. Anoodvoolu allikasse ei saa kõrgsagedusvool liikuda põhjusel, et kondensaatori C_3 mahtuvustakistus valitakse palju väiksem kui takisti R_3 aktiivtakistus. Kondensaatori C_3 mahtuvus võib olla seda väiksem, mida kõrgema sagedusega on lahtisidestatava võimendusastme anood-vahelduvvool ja vastupidi. Tavaliselt kasutatakse 465-kHz sagedusega vahesagedusvõimendaja lahtisidestamiseks keskmiselt kondensaatoreid mahtuvusega 50 000 pF.



Joon. 32. Vastuvõtja vahesagedusvõimendaja astmete lahtisidestamine endaergutuse vältimiseks.

Samasugust filtrit R_7C_4 kasutatakse ka lambi EL_2 anoodvooluringis, kuid võrreldes eelneva võimendusastmega on siin iseärasuseks see, et lahtisidestuskondensaator C_4 ei ühendata mitte vastuvõtja metallkerega, vaid otseselt lambi EL_2 katoodiga. Vastasel korral tekiks lambi katoodtakistil R_5 kõrgsageduslik pingelang, mis võib põhjustada tagasisidestust.

Tagasisidestuse vältimiseks sidestatakse kondensaatorite C_2 ja C_5 abil lahti ka pentoodide EL_1 ja EL_2 varivõred, millel ei tohi olla lampide normaalse töö tagamiseks vahelduvat potentsiaali.

Vaatamata lahtisidestusfiltrite kasutamisele pääseb siiski väike osa võimendusastmete kõrgsagedusvoolust anoodvooluallikani. Et vältida selle voolu poolt vooluallika sisetakistusel tekitatavat pingelangu, ühendatakse anoodvooluallikaga rööbiti suure mahtuvusega kondensaator,

mis suunab kõrgsagedusvoolud anoodvooluallikast mööda. Sageli ei täida seda ülesannet tavaline elektrolüütkondensaator (mis peaaegu alati on ühendatud rööbiti anoodvooluallikaga), sest elektrolüütkondensaatori mahtuvustakistus kõrgsagedusvooludele on suur. Selle nähtuse kõrvaldamiseks tuleb anoodvooluallikaga rööbiti ühendada suure mahtuvusega paberkondensaator (1 ... 2 μF). Eriti on paberkondensaator vajalik siis, kui vooluallikat rööbistavad elektrolüütkondensaatorid on vanad, s. o. nende elektrolüüt on kuivanud ja kaotanud suurelt osalt juhtivuse.

Madalsagedusvõimendajates tekib tagasisidestus ka üksikute võimendusastmete vaheliste magnetväljade mõjul. Nii näiteks võivad võimsusvõimendaja anoodvooluringi juhtmed oma magnetväljaga indutseerida pingevõimendaja võrejuhtmetes pinge, mis ongi tagasisidestuse põhjustajaks.

Magnetväljade kaudu tekkiva tagasisidestuse vältimiseks peavad anood- ja võrevooluringide juhtmed asetsema üksteisest võimalikult kaugel või omavahel risti.

Kui aga tagasisidestust põhjustab võre- ja anoodjuhtmete vaheline mahtuvus (näiteks pingevõimenduslambi võre- ja võimsuslambi anoodjuhe), siis tuleb need varjestada. Tavaliselt varjestatakse pingevõimenduslambi võrejuhe.

Ka madalsagedusvõimendajates kasutatakse takistitest ja kondensaatoritest koosnevaid lahtisidestusfiltreid, kuid siin peavad kondensaatorid olema suurema mahtuvusega (1 ... 10 μF) kui kõrgsagedusastmetes.

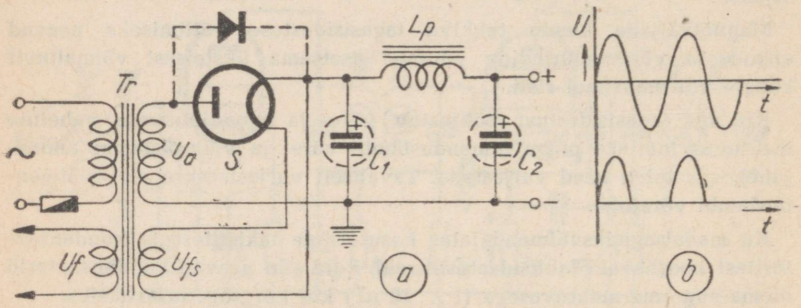
12. RAADIOVASTUVÕTJA TOIDE

Nagu teada, vajab iga raadiovastuvõtja anood- ja küttetoidet. Seejuures tarbivad vastuvõtja lambid kütteks madalapingelist (tavaliselt 1,2 ... 6,3 V) ja anoodtoiteks kõrgemapingelist (60 ... 300 V) voolu. Kaudse küttega lampide kütmiseks võib kasutada nii alalis- kui ka vahelduvvoolu, otsese küttega lampide puhul peab aga küttevool olema alaline. Vastuvõtja lampide anoodtoiteks kõlbab ainult alalisvool.

Kõige lihtsamini on lahendatav kütte- ja anoodtoite probleem patareitoitega vastuvõtjates, kus nii kütte- kui ka anoodvool saadakse vastavatest patareidest. Küttepatareina kasutatakse kas akuelementi või akupatareid. Laia tarbimist leiavad ka suure mahutavusega spetsiaalsed kütteelemendid. Anoodpatareina tarvitatakse väikestest kuivelementidest koostatud patareid, mille pinge sõltuvalt patarei tüübist võib kõikuda 40 ... 90 V vahel. Anoodpatareid jagunevad oma elementide ehituse poolest purk- ja galettelementidega patareideks. Eelistatavamad on viimased, sest nad omavad samade välismõõtmete juures suurema mahutavuse.

Vahelduvvoolutoitega vastuvõtjate lambid saavad anoodtoidet vastuvõtjas asuvast alaldajast, kus vahelduv võrgupinge (110, 127 või 220 V) transformeeritakse vastava väärtuseni (250 ... 350 V) ning muundatakse seejärel alalispingeks. Küttetoiteks on alaldaja trafol eri-sekundaarmähis, kust saadakse tavaliselt 6,3-V pingega küttevoolu.

Joonisel 33, *a* toodud skeemi kohaselt koosneb alaldaja trafost *Tr*, suunajast *S* ja silumisfiltrist. Suunajana, s. o. ühesuunalise juhtivusega seadisena kasutatakse kas kahe elektroodiga elektronlampe (kenotrone) või seleen-, vaskoksüüd- ja viimasel ajal ka germaaniumsuunajaid. Vastavalt skeemile on trafol kolm sekundaarmähist, milledest üks on ette nähtud anoodpinge (U_a), teine alaldaja lambi (U_{fs}) ja kolmas vastuvõtja lampide küttepinge (U_f) saamiseks.



Joon. 33. Poolperioodalaldaja elektriline skeem ja silumata vahelduv- ning alaldatud pinge kuju.

Et läbi alaldaja lambi kulgeb vool ainult ajal, mil selle lambi anoodil on positiivne potentsiaal, siis tekib antud juhul nn. poolperiood-alaldamine, s. o. vahelduvvoolu ühel poolperioodil tekib lambi anoodvooluringis vool, kuna teisel poolperioodil on lamp suletud. Alaldatud pinge kuju on näidatud joonisel 33, *b*.

Alaldamisel saadud pulseeriv pinge ei kõlba otseselt vastuvõtja lampide anoodtoiteks, sest nagu eespool mainiti, peab anoodtoiteks kasutama püsivat alalisvoolu. Selle nõude mittetäitmisel tekib vastuvõtjas nn. võrgumüra, mis summutab normaalse vastuvõtu.

Pulseeriva pinge muundamiseks püsivaks alalispingeks kasutatakse silumisfiltreid, mis koosnevad madalsagedus-paispoolist L_p ja suure mahtuvusega kondensaatoritest C_1 ja C_2.

Igasugust pulseerivat voolu võib vaadelda koosnevana alalis- ja vahelduvvoolu komponendist. Viimase pääsu vastuvõtja lampide anoodidele tõkestab suure induktiivtakistusega paispool L_p ning see vool kulgeb tagasi väikese mahtuvustakistusega kondensaatori C_1 kaudu.

Vaatamata madalsagedus-paispooli suurele induktiivtakistusele laseb see siiski väikese osa vahelduvvoolu komponendist oma keerdudevahelise mahtuvuse tõttu läbi. Selle voolu kõrvaldab kondensaator C_2, sest selle mahtuvustakistus pulseerivale voolule on palju kordi väiksem kui anoodvooluringide takistus.

Silumisfiltri kondensaatoriteks kasutatakse tavaliselt suure mahtuvusega (10 ... 40 µF) elektrolüütkondensaatoreid ning paispooliks 10 ... 30-H ja suurema induktiivsusega raudsüdamikuga poole. Sageli rakendatakse paispoolina tööle valjuhääldaja ergutusmähis. Vähelambilistes vastuvõtjates võib paispooli asemel kasutada ka 2 ... 3-kΩ traattakistit, mille traadi ristlõige on valitud vastavalt seda läbivale voolule. Kuna paispoolis või seda asendavas takistis tekib pingelang, siis peab filtri sisendpinge olema vajalikust väljepingest (näiteks 250 V) selle pingelangu võrra suurem.

Vahelduvkomponendi sisaldus pulseerivas pinges määratakse nn. lainelisusega, mis kujutab pinge vahelduvkomponendi efektiivväärtuse ja alalispinge suhet protsentides, s. o.

$$\text{lainelisus } \% = \frac{U_{\sim}}{U_{-}} \cdot 100.$$

Silumisfiltri toimet võib hinnata täiesti rahuldavaks, kui lainelisus alaldaja nimikoormusel ei ületa 0,25%. Erijuhtudel, kui alaldajast toidetakse lampi, millele järgneb suur järelvõimendus, peab lainelisust vastavalt vähendama.

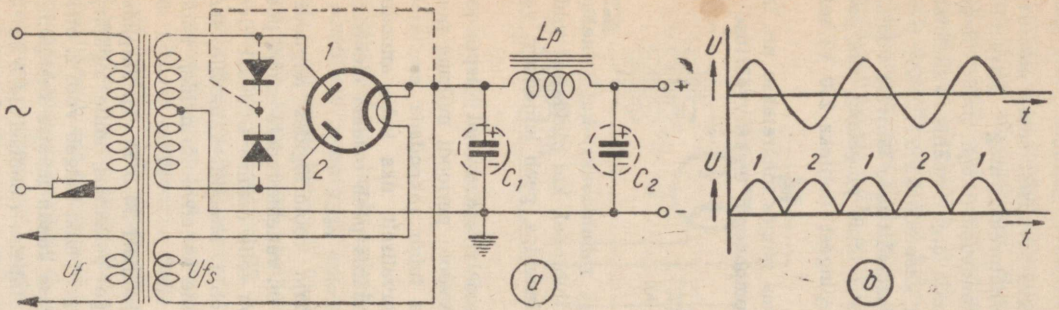
Otstarbekohasem on kasutada poolperioodalaldaja asemel täisperioodalaldajat. Viimasel juhul toimub vahelduvvoolu perioodi mõlema poolperioodi alaldamine. Täisperioodalaldajas tuleb rakendada suunajaks kas kaks üksikut kenotroni või, nagu tavaliselt, üks kahe anoodiga kenotron. Seesuguse alaldaja trafo anoodmähis peab omama elektrilise keskpunkti, mis jagab nimetatud mähise kahte ossa.

Joonise 34 kohaselt kulgeb vool alaldaja vooluringides järgmiselt. Oletame, et anoodmähise ülemisel klemmil on vahelduvvoolu mingil poolperioodil positiivne pinge (samal hetkel on selle mähise alumisel klemmil negatiivne pinge), mistõttu vool kulgeb 1. anoodilt katoodile, sealt paispooli ja koormuse (vastuvõtja lampide anoodvooluringide) kaudu mähise keskpunkti.

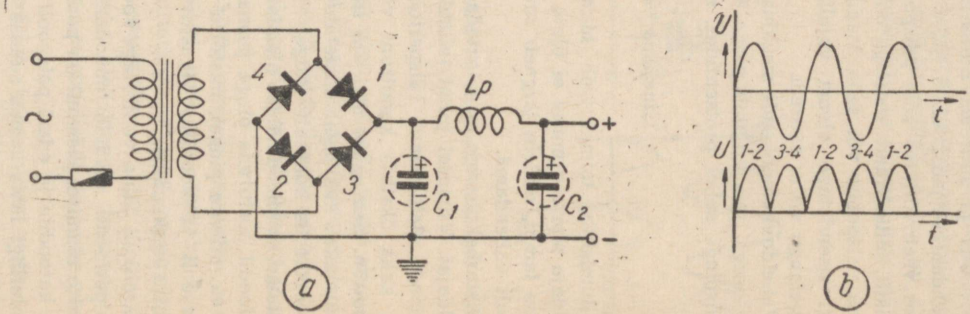
Järelikult läbis vooluringi voolupulss (joonisel 34, *b* nr. 1). Järgmisel poolperioodil muutub anoodmähisel pinge polaarsus, mille tagajärjel mähise alumisel klemmil on positiivne pinge. Nüüd kulgeb vool 2. anoodilt katoodile ja edasi paispooli ja koormuse kaudu mähise keskpunkti. Vooluringi läbis samas suunas uuesti voolupulss (joonisel 34, *b* nr. 2). Nii toimub see iga poolperioodi kestel.

Et anoodmähise pooled ja kenotroni anoodid töötavad poolperioodide kaupa kordamööda, siis peab anoodmähise kumbki pool olema arves-

TRÜ Raamatukogu



Joon. 34. Täisperioodalaldaja elektriline skeem ja silumata vahelduv- ning alaldatud pinge kuju.



Joon. 35. Sildalaldaja elektriline skeem ja silumata vahelduv- ning alaldatud pinge kuju.

tatud alaldatavale pingele, näiteks 350 voldile. Järelikult on kogu anoodmähisel kahekordne alaldatav pinge. See on täisperioodalaldaja põhiliseks puuduseks. Ta eelisteks aga poolperioodalaldajatega võrreldes on kõrgem väljepinge ja võimalus kasutada elektrilistelt suurustelt väiksemat paispooli ja kondensaatoreid.

Niihästi pool- kui ka täisperioodalaldajates on kenotroni asemel viimasel ajal leidnud laialdast rakendamist tahkealaldajad, sest nende tööiga on praktiliselt piiramatu ja peale selle on ka toitetrafo sel puhul lihtsam (puudub alaldaja lambi küttemähis).

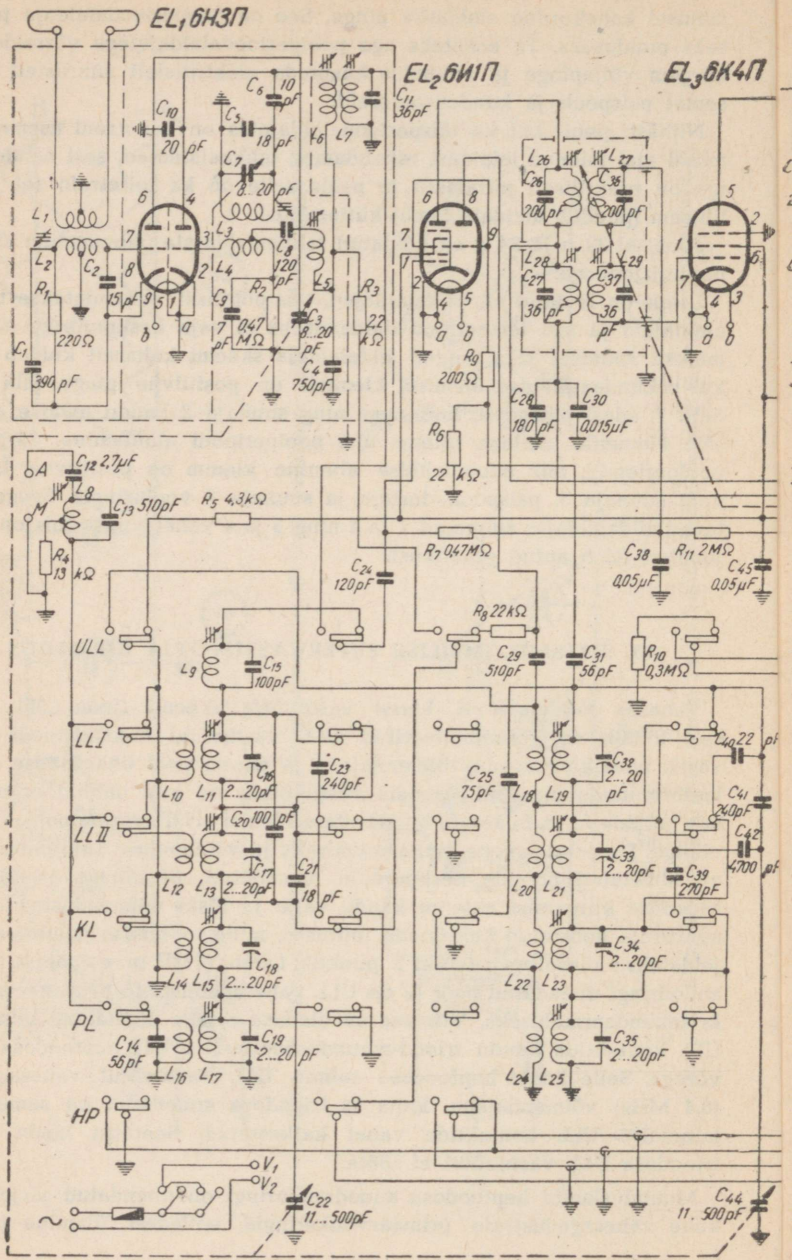
Joonisel 33, *a* ja 34, *a* on näidatud tahkealaldajate ühendamine skeemi punktiirjoonega.

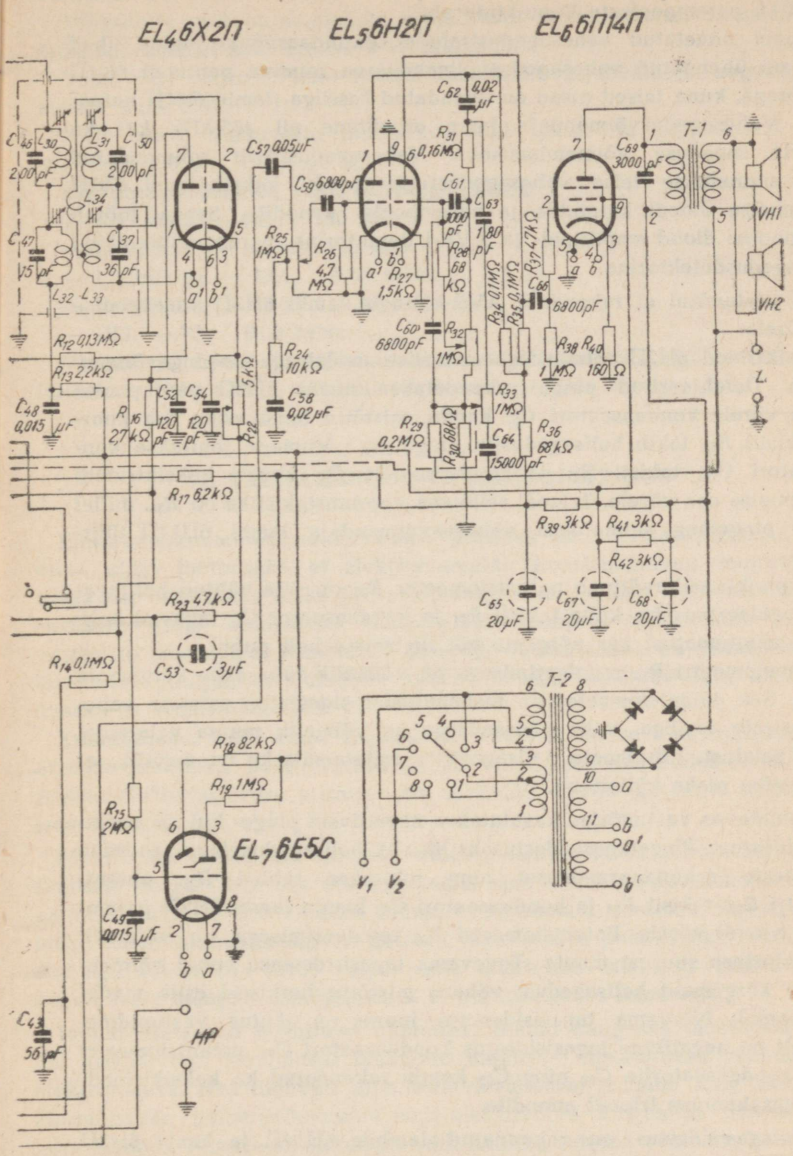
Laialt on levinud nn. sildalaldajad, kus põhiliselt rakendatakse tahkealaldajaid ja mis täisperiood-alaldamiseks ei vaja keskpunktiga anoodmähist. Joonisel 35, *a* toodud sildalaldaja skeemi kohaselt kulgeb vool, kui sekundaarmähise ülemisel klemmil on positiivne pinge, läbi suunaja *1*, edasi paispooli, koormuse ning suunaja *2* kaudu mähise alumisele klemmile. Sellega toimus ühe poolperioodi alaldamine. Järgmisel poolperioodil, mil anoodmähise alumine klemm on positiivne, kulgeb vool suunaja *3*, paispooli, tarbija ja suunaja *4* vooluringis. Seega töötavad sildalaldajas suunajad *1* ja *2* ning *3* ja *4* vaheldumisi, mis on näha joonisel 35, *b* antud graafikust.

13. SEITSMELAMBILISE SUPERVASTUVÕTJA KIRJELDUS

Tehases toodetava II klassi vastuvõtja skeemi (joon. 36) kohaselt töötab sagedusmoduleeritud ÜLL vastuvõtul kaksiktrioodi 6Н3П vasak pool kõrgsagedusvõimendajana ja parem pool ühevõrelise ostsillaatormuundajana. ÜLL saadete vastuvõtuks on ette nähtud eriantenn, mis poolide L_1 ja L_2 kaudu on sidestatud lambi 6Н3П vasakpoolse trioodi võrega. Peegelsageduste mahasurumiseks ja võimenduse suurendamiseks on nimetatud poolide keskpunktid maandatud. Et piirata ostsillaatorsageduse kiirgamist antenni kaudu välja ja tõsta võimendustegurit, on muundaja koostatud kaksiksilla lülituses, mille töötamise põhimõtet kirjeldatakse käesoleva peatüki 2. punktis. Lambi 6Н3П parempoolse trioodi anoodringi ühendatud pool L_6 on ÜLL vahesagedustrafo primaar- ja pool L_7 sekundaarmähiseks. Viimane on ülemise otsaga ühendatud lainelüliti ÜLL kontaktide kaudu triood-muundusheptoodi 6И1П heptoodosa tüürvõrega. Selle lambi heptoodosa toimib ÜLL vastuvõtul vahesageduse (8,4 MHz) võimendajana, kuna ta trioodosa anoodvool on samal ajal lainelüliti ÜLL kontaktide vahel katkestatud. Seetõttu lambi 6И1П trioodosa ÜLL vastuvõtul ei tööta.

Muunduslambi heptoodosa anoodvooluringi on ühendatud järjestikku kahe vahesagedustrafo primaarvõnkeringid, milledest ülemine ($L_{26}C_{26}$)


EL1 6H3П
EL2 6И1П
EL3 6К4П
L1
L2
C2
R1
220Ω
C1
390 pF
C6
10 pF
C10
20 pF
C5
18 pF
C7
8...20 pF
L3
L4
C8
120 pF
C9
0,47 MΩ
R2
L5
R3
2,2 kΩ
C3
8...20 pF
C4
750pF
L6
L7
C11
36pF
R9
200Ω
C28
180 pF
C30
0,015μF
R6
22 kΩ
L26
L27
C26
200 pF
C36
200 pF
L28
L29
C27
36 pF
C37
36 pF
A
C12 2,7μF
L8
C13 510pF
R5 4,3kΩ
R4
13 kΩ
R7 0,47MΩ
C24
120pF
R8 22kΩ
C38
0,05μF
R11 2MΩ
C45
0,05μF
C29
510pF
C31
56pF
R10
0,3MΩ
ULL
L9
C15
100pF
LLI
L10
L11
C16
2...20pF
C23
240pF
LLII
C20 100 pF
L12
L13
C17
2...20pF
C21
18 pF
KL
L14
L15
C18
2...20pF
PL
C14
56pF
L16
L17
C19
2...20 pF
C25
75pF
L18
L19
C38
2...20 pF
C40 22 pF
C41
240pF
C42
4700 pF
C39
270pF
L20
L21
C33
2...20pF
C34
2...20pF
L22
L23
C35
2...20pF
L24
L25
HP
V1
V2
C22
11...500pF
C44
11...500pF



Joon. 36. Seitsmelambilise supervastuvõtja skeem.

töötab sagedusel 465 kHz ja alumine ($L_{28}C_{27}$) sagedusel 8,4 MHz. Lühi-, kesk- ja pikklainete vastuvõtul lühistatakse alumine võnkering lainelüliti ÜLL parempoolsete kontaktide abil.

Eespool nimetatud vahesagedustrafode sekundaarvõnkeringide ühed otsad on ühendatud vahesagedusvõimendajana toimiva pentoodi 6K4П tüürvõrega, kuna teised otsad on ühendatud šassiiga (lambi 6K4П katoodiga). Vahesagedusvõimendaja lamp on ühine nii 465-kHz kui ka 8,4-MHz sageduse võimendamiseks. Vahesageduslikult võimendatud pinge suunatakse teise vahesagedustrafo kaudu kaksikdioodi 6X2П vasakpoolse dioodi katoodile ja parempoolse anoodile. Seega töötab vasakpoolne diood amplituud- ja AVR-i detektorina, parempoolne diood aga sagedusdetektorina.

ÜLL vastuvõtul ei rakendata AVR-i pinget lambi 6H3П vasakpoolse osa võrele.

Kaksiktriood 6H2П toimib kaheastmelise madalsagedus-pingevõimendajana. Detekteeritud pinge rakendatakse lambi 6H2П vasakpoolse trioodi võrele kondensaatori C_{57} kaudu, mistõttu lambi selle osa koormustakistil R_{34} tekib helisageduslik pingelang. Viimane juhitakse kondensaatori C_{62}, takisti R_{31} ja kondensaatori C_{61} kaudu kaksiktrioodi parempoolse osa võrele. Trioodi selle osa koormustakistiks on R_{35}, millel tekkiv pingelang suunatakse võimsusvõimendaja lambi 6П14П tüürvõrele.

Keskpunkti väljavõttega potentsiomeeter R_{25} on ette nähtud helitugevuse reguleerimiseks, kuna takisti R_{24} ja kondensaator C_{58} tagavad helitämbri muutumatust kas nõrgema või tugevama heli puhul.

Potentsiomeetri R_{33} reguleerimisega on võimalik tuua esile kõrgemaid helisid. See potentsiomeeter on mehaaniliselt sidestatud esimese vahesagedustrafo pooliga, mille pööramisega on võimalik muuta vahesageduse ribalaiust. Kõrgemate helisageduste esiletoomiseks on tarvilik, et sagedusriba oleks küllalt lai.

Kirjeldatavas vastuvõtjas kasutatakse negatiivset pinge- kui ka voolutagasisidestust. Pingetagasisidestuseks vajalik helisageduspinge saadakse sobitustrafo sekundaarmähisest ning juhitakse takisti R_{29}, potentsiomeetri R_{32}, takisti R_{28} ja kondensaatori C_{60} kaudu lambi 6H2П parempoolse trioodi võrele. Potentsiomeetri R_{32} reguleerimisega on võimalik tagasisidestuse suurust muuta. Tugevama tagasisidestuse puhul võimendatakse kõrgemaid helisagedusi vähem, mistõttu kerkivad esile madalamad helid. Nõrgema tagasisidestuse juures on nähtus vastupidine. Osaliselt on negatiivne tagasisidestus kondensaatori C_{64}, potentsiomeetri R_{33} ja kondensaatorite C_{63} ning C_{62} kaudu rakendatud ka kaksiktrioodi 6H2П vasakpoolse trioodi anoodile.

Voolutagasisidestus on rakendatud lambile 6П14П ja lambi 6H2П parempoolsele trioodile, sest nende lampide katoodtakistid ei ole rööbistatud kondensaatoritega.

Häälestusindikaatorina toimib antud vastuvõtjas lamp 6E5C tavalises lülituses.

Võrgutoite osas on suunajaks sildlülituses seleensammas. Silumisfiltri paispooli asemel kasutatakse 2-W takisteid.

Vastuvõtja väljes on kaks rööbiti ühendatud valjuhääldajat koguvõimsusega kuni 2 W.

Kirjeldatava vastuvõtja tundlikkus lühi-, kesk- ja pikklainetel on vähemalt 200 μV, ÜLL aga 20 μV.

Sagedusastmikud on vastuvõtjas järgmised:

— pikklaine — 415 ... 150 kHz,
— kesklaine — 1600 ... 520 kHz,
— I lühilaine — 12,1 ... 8,65 MHz,
— II lühilaine — 7,65 ... 3,95 MHz,
— ÜLL — 73 ... 64,5 MHz.

Vastuvõtja sisse- ja väljalülitamine, sagedusastmike vahetamine ja lülitamine heliplaatide mängimiseks toimub seitsme sõrmise abil.

14. KRISTALLDIOOD JA KRISTALLTRIOOD

Elektrovaakuumtööstuse arenemise praktika 30 ... 35 aasta jooksul ei anna alust lootmiseks, et elektronlampide konstruktsiooni muutmine teeks nad ökonoomsemaks ja vastupidavamaks. Sellest olukorrast pääsemiseks oleks ainukeseks teeks elektronlampide vahetamine uute vastavate seadistega. Nimetatud ülesande lahendamine on tõenäoliselt läbiviidav pooljuhtide omaduste rakendamisega vahelduvvoolu alaldamiseks ja võimendamiseks.

Kristalldiood. Kõik ained liigitatakse sõltuvalt nende elektrijuhtivuse astmest juhtideks, pooljuhtideks ja mittejuhtideks ehk dielektrikuteks. Ainete elektrijuhtivuse erinevus on seletatav nende aatomite ehituse iseärasusega.

Metalli kui elektrijuhi aatomite välised elektronid on seotud aatomituumaga nõrgalt. Kui üks või mõni neist elektronidest välisel mõjutusel aatomist lahkub, siis viimane muutub positiivselt laetuks. Seesugust elektriliselt tasakaalustamatut aatomit nimetatakse positiivseks iooniks. Kui aga aatomitega liitub väljastpoolt elektrone, siis nad muutuvad negatiivsete laengute kandjateks, s. o. negatiivseteks ioonideks.

Ioonid asetsevad metallides üksteisest teatud kaugusel, moodustades nn. kristallvõre. Aatomitest lahkunud elektrone nimetatakse vabadeks elektronideks. Nad liiguvad aine ioonidevahelises ruumis ning nende ühesuunaline ümberpaiknemine ongi elektrivoolu kulgemise põhjustajaks juhtmes. Nimetatud liikumist võib näiteks suletud vooluringis esile kutsuda elektriväli, mille tekitab sellele vooluringile rakendatud pinge. Vabade elektronide ühesuunalisel liikumisel jäävad aine aatomid pai-

gale. Nad ainult annavad ära ühe või mõne elektroni, mis aga kohe asendatakse aines kulgevate teiste vabade elektronidega, mis on sattunud elektrone kaotanud aatomi lähedusse. Seega teostub vooluringis ainult elektronide ümberpaiknemine, mitte aga mingite kindlate vabade elektronide pidev ühesuunaline liikumine.

Dielektrikutes on väliselektronid aatomi tuumadega tugevasti seotud, mistõttu neis ainetes vabu elektrone peaaegu polegi. Sellega seletubki dielektrikute suur elektriline takistus ning nende üliväike juhtivus.

Pooljuhtide suureks iseärasuseks, millega seletatakse nende raadiotehniliselt tähtsaid elektrilisi omadusi, on nende kaht liiki juhtivus.

Ka pooljuhtides, samuti kui metallideski, on võimalik elektrivoolu kulgemine vabade elektronide ühesuunalise ümberpaiknemise, s. o. elektronjuhtivuse abil. Et aga pooljuhtides on vabade elektronide arv väike, siis nende elektriline takistus on metallidega võrreldes suhteliselt suur. Aatomite välised elektronid moodustavad pooljuhtides vastastikku seotud püsiva grupi, mille elektronid ei allu elektrivälja mõjule. Ainult soojuse või valguse mõjul esilekutsutud liikumine võib põhjustada sellest grupist üksikute elektronide lahkumist. Sellest järeldub, et pooljuhtide elektriline takistus on suurel määral sõltuv temperatuurist, mis on üheks pooljuhtseadiste oluliseks puuduseks.

Elektroni kaotanud elektronide gruppi nimetatakse auguks ehk defektelektroniks. Auguga aatomis tekib positiivne laeng, sest vabanenud elektron on negatiivse laengu kandja. Elektroni liitumisel aatomiga (rekombineerumisel) muutub aatom uuesti neutraalseks.

Elektron paikneb pooljuhis ümber viimasele rakendatud elektromotoorse jõu allika positiivse pooluse suunas nagu metalljuhtmeski. Elektrivälja puudumisel liigub ta korrapäratult, kuni liitub ühe elektroni kaotanud aatomiga.

Positiivse laengu kandja, s. o. auk, võib samuti elektrivälja mõjul ümber paikneda, kuid elektromotoorse jõu allika negatiivse pooluse suunas. Auguga aatom, olles laetud positiivselt, võib endaga liita lähima aatomi elektroni, mille tagajärjel auk läheb üle naaberaatomisse. Elektrivälja puudumisel aga liiguvad augud samuti nagu elektronidki korrapäratult.

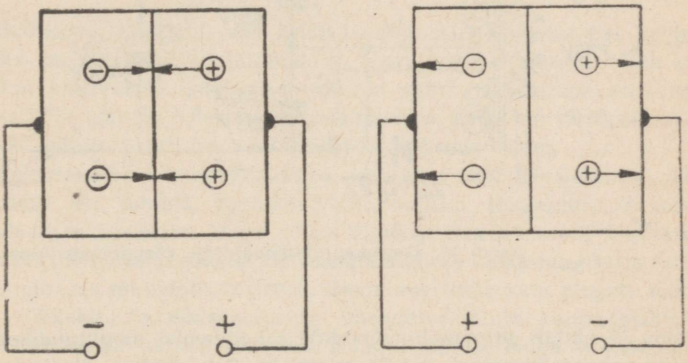
Seega tekib pooljuhtides peale elektronjuhtivuse veel aukjuhtivus.

Ideaalses pooljuhis on vabanenud elektronide arv võrdne defektelektronidega. Kui lisada pooljuhti veidi teatud teise aine aatomeid, on võimalik seda tasakaalu rikkuda ning saada pooljuht, milles on koos üldise juhtivuse suurenemisega ülekaalus kas elektron- või aukjuhtivus.

Võib märkida, et kui lisada germaaniumpooljuhile fosforit, antimoni, vaske või arseeni, siis muutub ta elektronjuhtivusega pooljuhiks. Kuid boori, alumiiniumi, indiumi, galliumi jt. lisandid muudavad germaaniumi aukjuhtivusega pooljuhiks. Esimesel juhul on põhilisteks voolukandjateks negatiivsed, teisel juhul aga positiivsed osad. Vastavalt sellele eristataksegi *n* (negatiivne) ja *p* (positiivne) juhtivusega germaaniumi.

Kahe eri tüüpi elektrijuhtivusega pooljuhi kokkupuute piiril võivad augud ja elektronid sõltuvalt voolu suunast liikuda kas üksteisele vastu või üksteisest eemale. Esimesel juhul toimub aukude ja elektronide kohtumisel nende rekombinatsioon, s. o. neutraalsete aatomite taastumine (läbivvoolu režiim). Et seejuures on voolukandvate osakeste arv suur, siis evib vooluring antud juhul väikest takistust (läbivtakistust). Teisel juhul aga voolukandjad eemalduvad eri tüüpi pooljuhtide piirist, jättes sinna järele ainult õhukese ning väikese vaba laengute hulgaga kihi. Seepärast omab nimetatud kiht suurt takistust, mida nimetatakse tõkketakistuseks.

Kirjeldatud nähteid aitab selgitada joonis 37, kus on näidatud kaks kokkupuutesse viidud *n*- ja *p*-tüüpi pooljuhi kihti ning elektronide ja aukude liikumise suunad. Need voolukandjad on tinglikult kujutatud pluss- ja miinussõõridena. Siit järeldub, et vaadeldud seadis, mis kujutab endast pooljuhtdioodi, on samade omadustega kui vaakuumdiood, s. o. juhib voolu ühes suunas hästi ja teises halvasti.



Joon. 37. Germaaniumdioodi põhimõtteskeem.

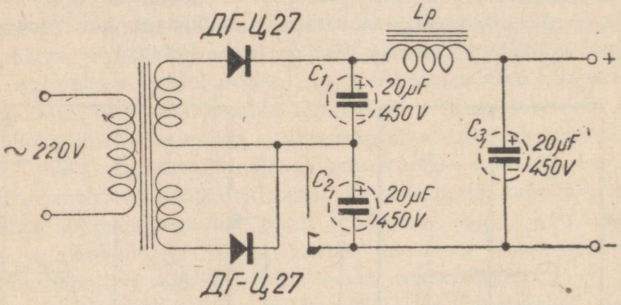
Käesoleval ajal kasutatakse tõusva eduga mitmesugust tüüpi germaanium-, räni- jt. pooljuhtdioode uusimas elektronaparatuuris ning raadiotehnika laiades laineastmikkudes, kaasa arvatud ka sentimeeter- ja millimeeterlained.

Pooljuhtdioode saab edukalt rakendada ka suunajatena nn. kuivalaldajates, kus tavaliselt kasutatakse seleen- või vaskoksüüdsuunajaid. Kui viimane talub suunaja üksiku elemendi kohta pinget 7...8 V ning seleensuunaja element 18 V, siis germaaniumdioodide läbilöögi- ehk nn. tõkkepinged küünivad kuni 600 ning tööpinged enam kui 400 voldini. Peale selle on germaaniumdioodi lubatav voolutihedus, s. o. milliamprite arv ühe ruutsentimeetri suuruse kontaktpinna kohta, kuni 20 korda

suurem kui seleen- või vaskoksüüdsuunajal. Viimane asjaolu lubab germaaniumdioode valmistada väiksemõõtmelistena, mehaaniliselt vastupidavatena ja tõukekindlatena. Et germaaniumdioodi läbivtakistus, s. o. sisetakistus pärivoolule on vaakuumdioodi sisetakistusest väiksem, on ta kasutamine õigustatud eriti siis, kui alaldatud pinge ei tohi liialt muutuda tarbija voolu muutumisega.

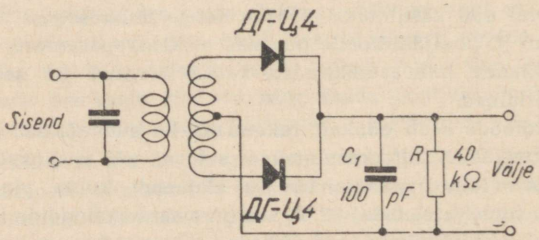
Kontaktide ehituse poolest jagunevad germaaniumdioodid punkt- ja pinddioodideks. Esimesi kasutatakse tavaliselt kõrgsagedusvoolude alaldamiseks, s. o. detekteerimiseks, teisi aga võrgupinge alaldajates.

Joonisel 38 on toodud täisperioodlülituses võrgupingealaldaja. Lülituse üksikosad: GD_1 ja GD_2 — germaaniumdioodid ДГ-Ц27, C_1 ja C_2 — elektrolüütkondensaatorid 20 µF/450 V, C_3 — elektrolüütkondensaator 20 µF/450 V, L_p — paispool.



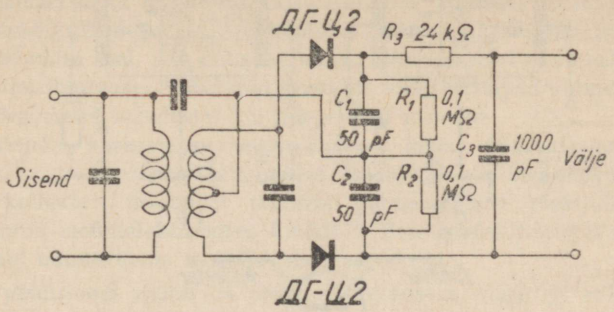
Joon. 38. Germaaniumdioodidega võrgupingealaldaja.

Joonis 39 näitab germaaniumdioodide rakendamist amplituudmodulatsiooniga vahesageduspinge detekteerimiseks. Sel juhul on üksikosadeks: GD_1 ja GD_2 — germaaniumdioodid ДГ-Ц4, C_1 — vilgukivi või keraamiline kondensaator 100 pF, R — koormustakisti 40 kΩ.



Joon. 39. Amplituudmoduleeritud vahesageduspinge detekteerimine germaaniumdioodidega.

Joonisel 40 on näidatud kristalldioodide rakendamist sagedusmoduleeritud vahesageduspinge detekteerimiseks.



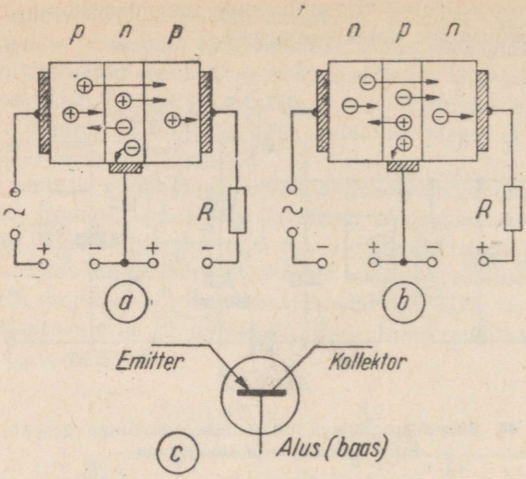
Joon. 40. Sagedusmoduleeritud vahesageduspinge detekteerimine germaaniumdioodidega.

Kristalltriood. Pooljuht- ehk kristalltriood, mida nimetatakse ka transistoriks, on arenenud kristalldioodist. Nagu eespool märgiti, tekib kahe eri tüüpi juhtivusega pooljuhi liitekohal suure takistusega kiht, mille takistus võib ulatuda 0,5 kuni 2,5 megaoomini. Selle nn. tõkkekihi suure takistuse põhjustajaks on voolukandjate vähesus temas.

Kristalltrioodil on kristalldioodiga võrreldes veel lisaelektrood, mille ülesandeks on juhtida voolukandvaid osakesi tõkkekihti, et sellega vähendada ta takistust. Väga nõrga vooluga lisaelektroodi vooluringis võib muuta tõkkekihti sisenevate laengukandjate hulka ning koos sellega laiades piirides tõkkekihi takistust. Seejuures tekib veel pingete ümberjaotus tõkkekihi ja välisvooluringi ühendatud suure koormustakistuse vahel. Kui mingil hetkel, sõltuvalt laengukandjate hulga suurenemisest lisaelektroodil, tõkkekihi takistus on väike, siis võib lisaelektroodi vooluringi juhitava väga madala pinge ja väikese võimsusega tüürida suhteliselt kõrgemaid pingeid ja suuremaid võimsusi väljevooluringis, s. o. teostada võimendamist.

Joonise 41, *a* kohaselt koosneb kristalltriood kolmest kihist, kusjuures väga õhuke keskmine kiht omab *n*- ehk elektronjuhtivust ja kaks külgmist kihti *p*- ehk aukjuhtivust. Keskmine ja parempoolne kiht moodustavad tõkkevoolu režiimis töötava kristalldioodi, sest rakendatud pinge poolused paiknevad nii, et laengukandjad eemalduvad pooljuhtide liitekohast, jättes sinna järele suure takistusega tõkkekihi.

Vasakpoolne ja keskmine kiht moodustavad läbivvoolu režiimis töötava kristalldioodi. Vasakpoolsele elektroodile rakendatud positiivne pinge põhjustab aukude liikumise vasakult paremale ning elektronide liikumise paremalt vasakule. Seesugusel vooluringil on väike takistus.



Joon. 41. Kristalltrioodide skeemid:
a — *p-n-p*-juhtivusega triood, *b* — *n-p-n*-juhtivusega triood, *c* — kristalltrioodi tingmärk.

Nagu kirjeldatust selgub, koosneb kristalltriood kahest vastakuti ühendatud kristalldioodist, milledel üks elektroodidest (keskmine kiht) on ühine.

Vasakpoolsest kihist saabunud augud ei jõua õhukese keskkihi (0,01 ... 0,1 mm) tõttu rekombineeruda, mistõttu nad tungivad kesk- ja parempoolse kihi piirile. Siin satuvad augud parempoolse elektroodi elektrivälja mõju alla, sest sellele elektroodile on rakendatud vooluallika negatiivne pinge.

Vasakpoolset elektroodi, mis on ette nähtud aukude kiirgamiseks tõkkekihti, nimetatakse emitteriks. Parempoolne nn. kogujaelektrood kannab kollektori nimetust. Keskmist elektroodi, s. o. emitterit ja kollektorit liitvat kihti nimetatakse baasiks, aluseks ehk põhielektroodiks.

Oma töötamise põhimõttelt täiesti sarnane on joonisel 41, *b* kujutatud *n-p-n*-tüüpi kristalltriood, mis nõuab aga toitepinge pooluste ümbervahetamist. Joonisel 41, *c* on näidatud skeemidel kasutatav kristalltrioodi tingmärk.

Samuti kui kristalldioodid, jagunevad ka kristalltrioodid sõltuvalt nende ehitusest ja kasutusalast punkt- ja pindtrioodideks. Punkttriood koosneb pooljuhtalusest, millele on erimenetlusega peale kantud teist tüüpi juhtivusega pooljuht. Sellele toetuvad kaks teineteisest võimalikult väikesel kaugusel asetsevat metallkontakti (elektroodi), mis moo-

dustavad auk-emitteri ja sama tüüpi kollektori. *p-n-p*-tüüpi punkttrioodi saamiseks kasutatakse elektroodide valmistamiseks indiumi või indiumi ja germaaniumi sulamit.

Valmistatakse ka *n-p-n*-tüüpi kristalltrioode, milledes emitter ja kollektor saadakse õhukesele germaaniumplaadile väikeste metalltükikeste pealesulatamise teel, mis difundeerumise toimel tekitavad liitealas vajalikku tüüpi juhtivuse. Nimetatud kristalltrioodid töötavad võimendajaina palju kõrgematel sagedustel kui *p-n-p*-tüüpi trioodid.

Pindtrioodis kasutatakse väga õhukest (mõni mikron) ühte tüüpi juhtivusega germaaniumplaati, milles puuduvad *p-n* üleminekud. Emitteri ja kollektori ülesannet täidavad germaaniumile elektrolüütiliselt pealekantud metallelektroodide liitekihid. Seesugused trioodid töötavad hästi veel mitmekümne megahertsisel sagedusel.

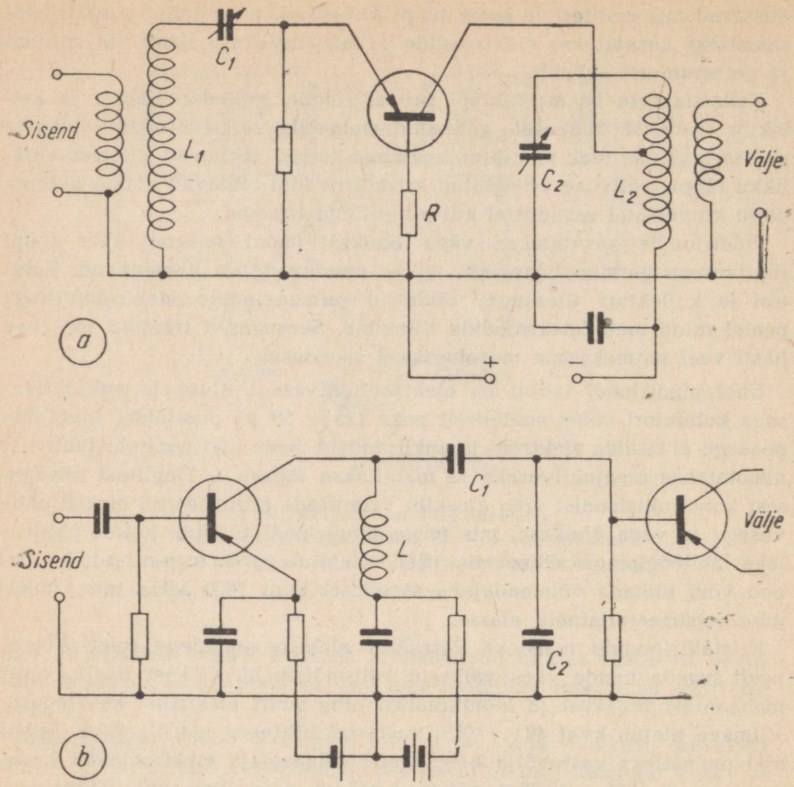
Ühel pindtrioodi tüübil on elektronjuhtivusega aluse ja aukjuhtivusega kollektori vahel suhteliselt paks (25 ... 50 μ) pooljuhist kiht, mis peaaegu ei sisalda elektron- ja auklisandeid. Seda liiki pooljuhi juhtivust nimetatakse omajuhtivuseks ja märgitakse tähega *i*. Tingituna niisugusest konstruktsioonist võib aluskihi valmistada kõrgendatud elektrijuhtivusega ja väga õhukese, mis teiste pindtrioodi tüüpide juures põhjustaks läbilöögipinge vähenemist. Sellise ehitusega, s. o. *p-n-i-p*-tüüpi triood võib töötada võimendajana sagedusel kuni 1000 MHz, mis kuulub juba detsimeeterlainete alasse.

Kristalltrioodide eelisteks võrreldes elektronlampidega tuleb kõigepealt lugeda nende väga väikseid välismõõtmeid, väikest kaalu, suurt mehaanilist tugevust ja löögikindlust ning suurt elektrilist kasutegurit. Viimane ulatub kuni 48 ... 49%, vastastaktlülituses aga üle 70%. Samal ajal on näiteks vastuvõtja kõrgsagedusvõimendaja elektronlambi kasutegur ainult 10^{-9} ... 10^{-10} % või veel vähem. Kristalltrioodide üheks suureks eeliseks on nende pikk tööiga, mis küünib 70 000 ... 80 000 töötunnini ja teoreetiliste kaalutluste põhjal isegi üle selle. Ka rakenduspingete suhtes on kristalltrioodid eelistatavamad, sest nad vajavad kuni kümme korda madalamaid pingeid kui elektronlambid.

Kristalltrioodide puudusteks on tänapäeval nende piiratud väljevõimsus, suur endamüratase ja võimendusteguri sõltuvus temperatuurist.

Et kristalltrioodi sisendtakistus ei ulatu üle mõnesaja oomi, samal ajal kui see elektronlampidel on sõltuvalt võimendatava vahelduvvoolu sagedusest kilo- ja megaoomide piirides, ja et kristalltrioodi sisend- ja väljepinge on samas faasis, siis tuleb kristalltrioodidega elektronseadmeis kasutada teistsuguseid lülitusi kui elektronlampide puhul. Allpool on toodud mõned kristalltrioodidega raadiotehnilised lülitusskeemid.

Joonisel 42, *a* on näidatud resonantsvõimendaja skeem, mille kohaselt võimendusastme võnkeringi L_1C_1 on ühendatud järjestikku sisendelektroodi, s. o. emitteri vooluring. Seesugune ühendusviis on tarvilik võimendaja (kristalltrioodi) madala sisendtakistuse tõttu. Sisendvõnke-



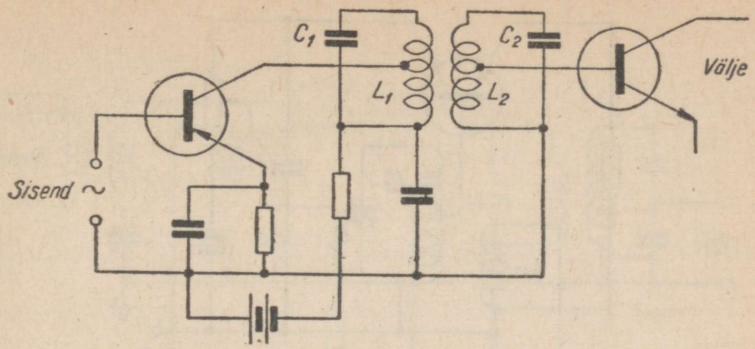
Joon. 42. Kristalltrioodiga resonantsvõimendaja skeemid.

ringi selektiivsust võib tõsta positiivse tagasisidestusega, milleks tuleb ühendada põhielektroodi vooluringi takisti *R*. Emitterile mõjuv tagasisidestuspinge tekib selles takistis teda läbiva kollektorivoolu mõjul.

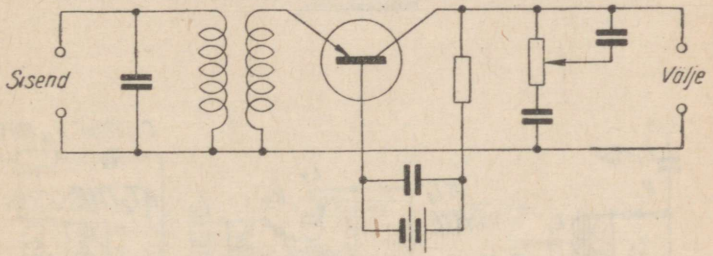
Joonisel 42, *b* toodud skeemis rakendatakse sisendpinge põhielektroodile ning võnkering on sidestatud järgneva astmega mahtuvusliku pingejagaja abil.

Joonisel 43 on antud vahesagedusvõimendaja skeem, kus võnkeringid on sidestatud trioodidega autotransformatoorselt.

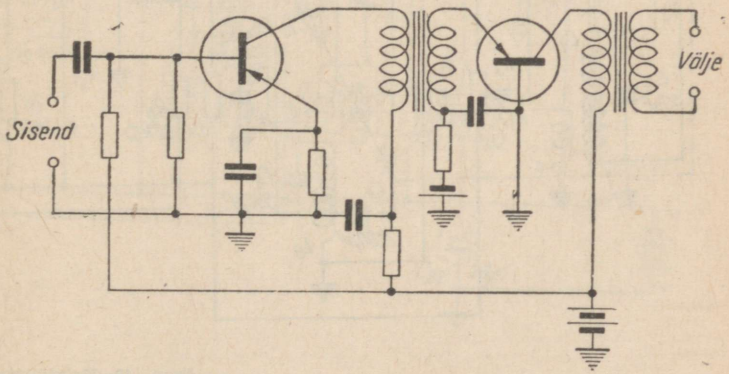
Kristalltrioodiga detektorit kujutab joonis 44, kus sisendpinge antakse emitterile. Nagu lampdetektoriski toimub ka siin üheaegne detekteerimine ja helisageduspinge võimendamine. On võimalikud ka detektorite lülitusskeemid, kus sisendpinge rakendatakse põhielektroodile.



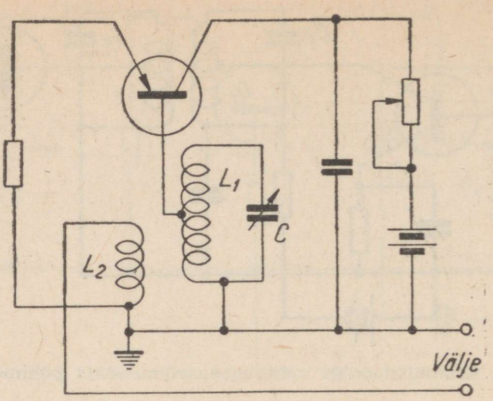
Joon. 43. Kristalltrioodiga vahesagedusvõimendaja põhimõtteskeem.



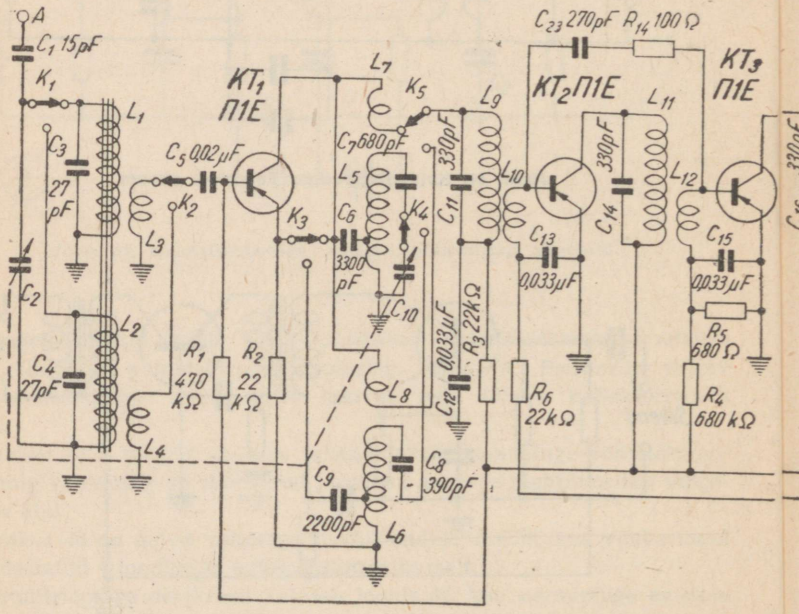
Joon. 44. Kristalltrioodiga detektori skeem.



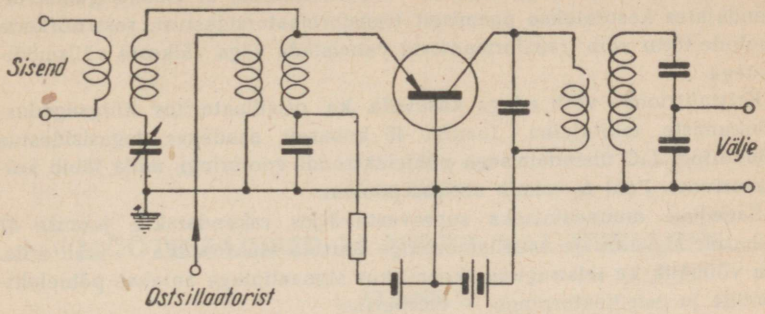
Joon. 45. Kristalltrioodidega madalsagedusvõimendaja põhimõtteskeem.



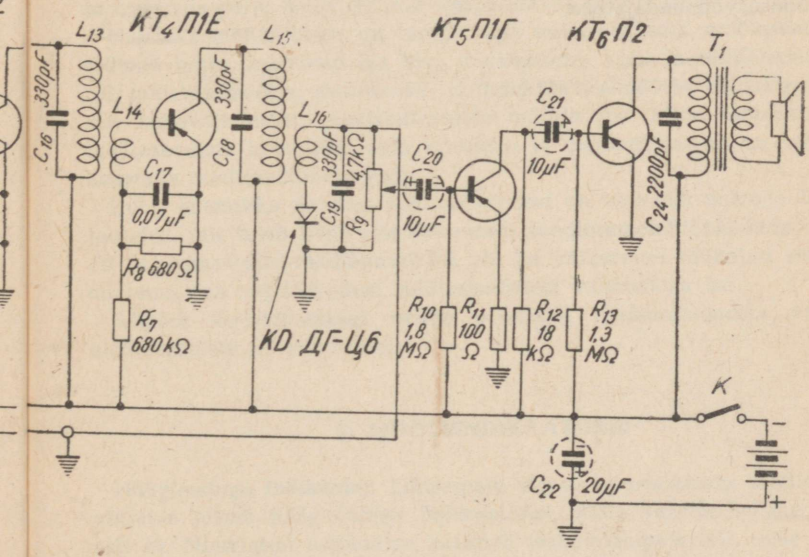
Joon. 46. Kristalltrioodiga ostsillaatori põhimõtteskeem.



Joon. 48. Kristalltrioodidegape



Joon. 47. Kristalltrioodiga sagedusmuundaja põhimõtteskeem.



ga pervastuvõtja elektriline skeem.

Kristalltrioodidega madalsagedusvõimendaja tüüplülitust kujutab joonis 45. See skeem ei erine oluliselt tavalise transformaatorsidestuses madalsagedusvõimendaja skeemist. Tuleb märkida, et madalsagedusvõimendajates kasutatakse peamiselt transformaatorsidestust, sest nõrkade voolude tõttu võib transformaatorid valmistada väga väikeste välismõõtmetega.

Kristalltrioode võib eduga kasutada ka ostsillaatorites kõrgsagedusvõnkumiste tekitajaina. Joonise 46 kohaselt saadakse tagasisidestus võnkeringi L_1C ühendamisega põhielektroodi vooluringi, mida läbib kollektorivool. Pool L_2 toimib sidestuspoolina.

Sageduse muundamiseks supervastuvõtjas rakendatakse joonise 47 kohaselt signaali- ja ostsillaatorpinge ühisele elektroodile — emitterile. On võimalik ka teistsugune skeem, kus signaalipinge antakse põhielektroodile ja ostsillaatorpinge — emitterile.

Trioodide toitmine võib toimuda mitut viisi. Sageli rakendatakse toitepinge kollektorile, kuna madal pinge (eelpinge) emitteril tekib automaatselt, samuti nagu saadakse negatiivne eelpinge elektronlampide võredele.

Joonisel 48 on toodud 6 kristalltrioodiga supervastuvõtja lülitusskeem koos üksikosade suurustega. Skeemi kohaselt töötab kristalltriood KT_1 muundajana, KT_2, KT_3 ja KT_4 vahesagedusvõimendajana; kristalldiood KD täidab detektori ülesannet, KT_5 ning KT_6 töötavad vastavalt pinge- ja võimsusvõimendajatena.

II peatükk

MÕÕTESEADISED JA NENDE VALMISTAMINE

1. ÜLDISELT

Raadiovastuvõtjate ja teiste elektronlampidega seadmete korrasoleku kontrollimiseks ja vigade avastamiseks tuleb teostada mitmesuguseid elektro- ja raadiotehnilisi mõõtmisi, näiteks elektronlampide pinge ja voolu, takistite, kondensaatorite ja poolide elektriliste suuruste, elektronlampide korrasoleku mõõtmised. Samuti saab mõõtmiste teel kindlaks määrata vastuvõtja skaala graduatsiooni ja vahesageduse õigsust, kõrg- ja helisagedusvõimendajate ning detektorastme töötamise korrapärasust ja avastada palju muid defekte remonditavas vastuvõtjas.

Nendeks mõõtmisteks on tarvis väga mitmesuguseid mõõteseadiseid, millede hulka kuuluvad iga liiki indikaatorid, volt- ja milliampermeetrid, takistusemõõtja, mahtuvuse- ja induktiivsusemõõtja, signaalgeneraator, lampvoltmeeter, elektronlampide mõõtja jne. Mida täiuslikum on mõõteseadiste komplekt, seda kiiremini ja metoodilisemalt on võimalik avastada raadioseadmete vigu.

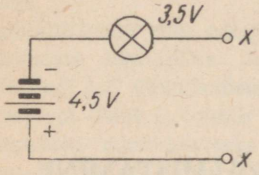
Kuigi enamikku nendest mõõteseadistest on võimalik soetada tehaste tooteina, mis tuleb kõne alla suuremate raadioremonditöökodade oludes, on asjaarmastajad-raadiohuvilised või ka väiksemad töökojad sunnitud suurema osa vajalikkudest mõõteseadistest valmistama ise.

Allpool kirjeldataksegi nende põhiliste, raadioremondiks vajalike mõõteseadiste isevalmistamist.

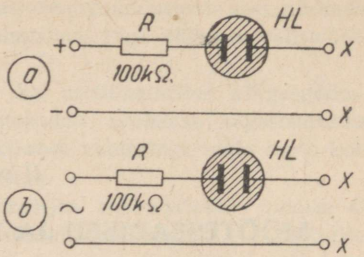
2. MÕÕTEINDIKAATORID

Hõõglambiga indikaator. Lihtsamate vigade avastamiseks raadiovastuvõtjates piisab hõõglambiga indikaatorist, mille skeemi leiame jooniselt 49. Nimetatud indikaator koosneb taskulambipatareist, selle pirnist (3,5 V, 0,28 A) ja kahest pistikutega varustatud painduvast juhtmest, millede abil ta ühendatakse kontrollitava vooluringi osaga.

Selline indikaator võimaldab avastada vigu raadiovastuvõtja võnkeringide poolides, puudulikke kontakte mitmesugustes lülitites ja montaažis, pöördkondensaatori plaatide lühist jne.



Joon. 49. Hõõglamp-indikaatori skeem



Joon. 50. Huumlamp-indikaatori skeem:
a — alalisvoolutoitega, *b* — vahelduvvoolutoitega.

Huumlambiga indikaator. Hõõglamp-indikaatorist palju tundlikum ning ulatuslikumalt rakendatav on huumlambiga indikaator, mille skeem on toodud joonisel 50. Seesugune indikaator koosneb kas alalis- või vahelduvvoolu allikast (pingega ca 100 V), huumlambist (näiteks tüüp MH-5), voolupiiramistakistist *R* ja kahest painduvast juhtmest, mille otsa on joodetud mõõtepistikud.

Huumlamp-indikaatori abil on võimalik kontrollida takistite, kondensaatorite, mitmesuguste poolide, peatelefonide, kaitsmete jne. korrasolekut.

Kui joonise 50, *a* kohaselt huumlamp-indikaatori toiteks kasutatakse alalisvoolu (joon. 50, *a*), on võimalik ligikaudu hinnata nii vilgukivi- kui ka keraamiliste ning paberkondensaatorite dielektriku takistust. Halva, s. o. väikese takistusega dielektriku puhul hõõgub huumlamp pidevalt, kuid nõrgalt. Kondensaatori plaatidevahelise lühise puhul aga helendab ta täie valgusega. Hea dielektrikuga kondensaatori proovimisel lööb huumlamp põlema ainult esimesel hetkel ja hiljem, kondensaatori täislaadumisel kustub.

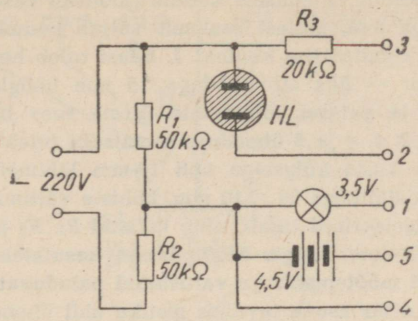
Elektrolüütkondensaatorite korrasoleku kontrollimiseks huumlambiga indikaator ei sobi, sest need kondensaatorid juhivad vähesel määral ka alalisvoolu, mistõttu indikaatori huumlamp jääb kogu proovimise ajaks helenduma.

Kombineeritud hõõg-huumlamp-indikaator. Eelkirjeldatuist täiuslikum mõõteseadis on hõõg-huumlamp-indikaator, mille lülituse ja ehituse skeem on toodud vastavalt joonistel 51 ja 52.

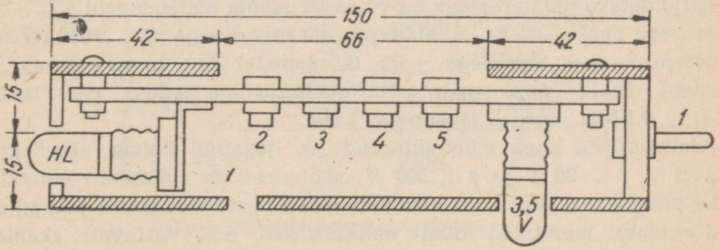
Selles indikaatoris võib huumlambiks kasutada ükskõik millist tüüpi,

oluline on ainult see, et lambi süütepinge ei ületaks 110 V. Hõõglambiks kõlbab 3,5 . . . 6,3-V pirn.

Indikaatori elektrilise skeemi kohaselt moodustavad takistid R_1 ja R_2 220-V võrgupingele pingejagaja, kuna takisti R_3 toimib huumlambi voolupiirajana.



Joon. 51. Kombineeritud hõõg-huumlamp-indikaatori elektriline skeem.



Joon. 52. Kombineeritud hõõg-huumlamp-indikaatori ehituse skeem.

Kontaktide *1* ja *2* vahel on võimalik kontrollida mitmesuguste mähiste, kaitsmete, elektronlampide kütteniitide jne. korrasolekut. Kontaktide *1* ja *3* kasutamisel peab kontaktid *2* ja *4* lühistama. Sel juhul kustub huumlamp, kui kontaktide *1* ja *3* vahele ühendatud üksikosa takistus on alla 30 kΩ.

Kui hõõglambiks on 6,3-V pirn, siis kontaktide *1* ja *4* kasutamisel saab kontrollida küttepinge olemasolu vastuvõtja lambipesades. Kontaktide *1* ja 5 lühistamisega kontrollitakse indikaatori patarei ja hõõglambi korrasolekut. Nende kontaktide rakendamisel vigade otsimiseks on võimalik proovida lülitite, montaaži, lambipesade jne. seisukorda.

Vastavalt ehituse skeemile (joon. 52) kasutatakse indikaatori väliskestaks hetinaksist või mõnest muust sobivast isoleermaterjalist toru, mille pikkus on 150 mm, läbimõõt 30 mm ja seina paksus 1 mm. Üksikosad kinnitatakse 140 × 18 × 3 mm suurusele hetinaksliistule, mis asetatakse väliskesta sisse. Hetinakstoru otstele kinnitatakse 3 mm paksusest isoleerainest kettad. Ülemisele kettale (joonisel vasakul) puuritakse 15-mm läbimõõduga ava, millest osaliselt väljub huumlambi klaaskest. Alumisele kettale kinnitatakse kontakt *1*. Edasi tuleb hetinakstoru seina puurida kaks auku — üks läbimõõduga 15 mm hõõglambile ja teine 8 mm võrgutoite ja patarei juhtmetele. Kesta sees liistul asetsevate ühenduspuksidega *2, 3, 4* ja *5* ühenduse saamiseks tuleb kohakuti nende puksidega puurida kesta külgseina neli 10-mm läbimõõduga auku või lõigata sinna ava ristlõikega 66 × 10 mm. Lühiste vältimiseks peab montaažiks kasutama isoleeritud traati ning takistid R_1, R_2 ja R_3 katma vastava jämedusega isoleerrüüžiga. Mõõtmisteks kasutatakse põhikontakti *1* ja 30 cm pikkust mõõtepistikuga varustatud painduvat juhet, mida on võimalik ta teises otsas asuva tavalise pistiku abil ühendada puksidesse *2, 3, 4* ja *5*.

3. VOLTOOMMEETER

Kirjeldatava mõõteriistaga on võimalik mõõta alalispingeid 0,2 ... 300 V täpsusega kuni ±3% ja vahelduvpingeid sagedusega 50 ... 7000 Hz samas mõõtepiirkonnas täpsusega ±5% (kõrgematel sagedustel täpsus veidi langeb). Peale pinge saab selle mõõteriistaga mõõta veel takistusi 10 Ω ... 0,1 MΩ piirides täpsusega ±8%.

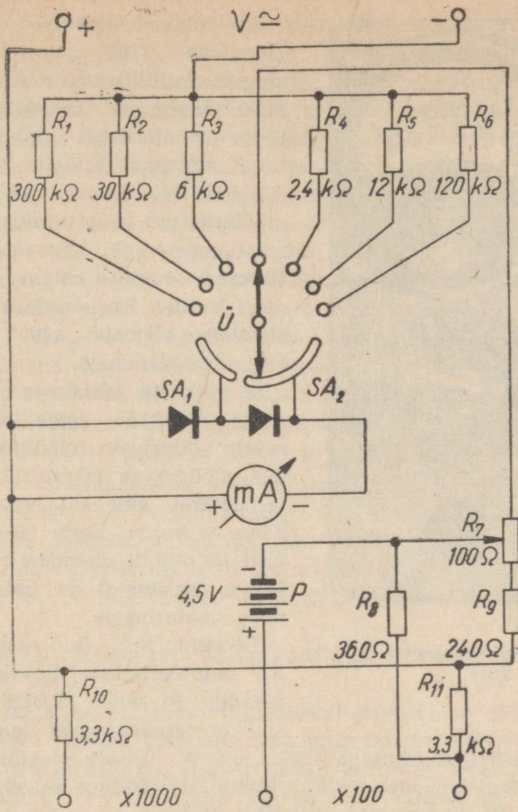
Alalispingete kogu mõõtepiirkond on jagatud kolme alapiirkonda: 0 ... 6 V, 0 ... 30 V ja 0 ... 300 V; seejuures on voltmeetri eeltakistusteks vastavalt 6, 30 ja 300 kΩ. Vahelduvpingete mõõtmisel jäävad skaalad samaks, muutuvad ainult eeltakistused, mis vastavalt skaaladele 6, 30 ja 300 V on ligikaudu 2,4, 12 ja 120 kΩ.

Takistuste mõõtepiirkond on jagatud kahte alapiirkonda, kuid näitu loetakse takistuste ainukeselt skaalalt. Seejuures, kui mõõdetakse takistusi piirkonnas 0 ... 10 kΩ, korrutatakse näit 100-ga, takistuste mõõtmisel piirkonnas 0 ... 100 kΩ tuleb aga näit korrutada 1000-ga.

Voltoommeetri elektriline skeem on toodud joonisel 53. Selle skeemi kohaselt koosneb ta magnetelektrilisest mõõteriistast *mA*, ümberlülitist *Ü*, kahest seleenkettast SA_1 ja SA_2, patareist *P* ja takistitest $R_1 \ldots R_{11}$.

Mõõteriistana kasutatakse milliampermeetrit mõõteulatusega 1 mA, mille pöördpooli takistuseks on ligikaudu 100 Ω.

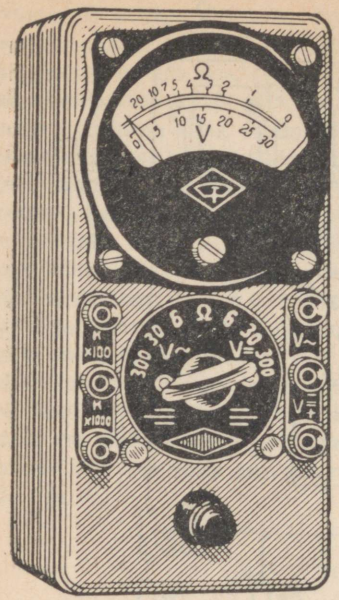
Ümberlüliti on ette nähtud ühelt mõõteliigilt teisele üleminekuks, s. o. alalispinge, vahelduvpinge ja takistuse mõõtmiseks, samuti ka vastava mõõtepiirkonna valikuks.



Joon. 53. Voltoommeetri skeem.

Mõõdetav alalispinge rakendatakse klemmidele „V≃" ning ümberlüliti keeratakse soovitavale mõõtepiirkonnale alalispinge mõõteliigis. Sõltuvalt valitud mõõtepiirkonnast on nüüd eeltakistiks kas R_1, R_2 või R_3. Seejuures jäävad seleenalaldajad mõõteriistaga rööbiti, mis aga tegelikult ei suurenda kuigi palju mõõteviga.

Vahelduvpinge mõõtmiseks rakendatakse see samadele pingeklemmidele ning ümberlüliti asetatakse vahelduvpinge mõõteliigis vastavale mõõtepiirkonnale. Nüüd töötavad mõlemad seleenventiilid alaldajana, kusjuures ventiil SA_1 juhib vahelduvpinge ühel poolperioodil voolu mõõteriistast ja teisest ventiilist mööda, et vältida viimase läbilööki 30 ja 300 V mõõtepiirkondades. Takistid R_4, R_5 ja R_6 toimivad vastavalt kasutatavale mõõtepiirkonnale voltmeetri eeltakistusena.



Joon. 54. Voltoommeetri esikülg.

Mõõdetavad takistused ühendatakse klemmide „x100" ja „x1000" külge ning ümberlüliti keeratakse keskasendisse. Seejuures ühendatakse järjestikku mõõteriista vooluringi patarei P, mõõdetav takistus ja lisatakisti R_{10} või R_{11}. Samal ajal ühenduvad mõõteriistaga rööbiti takisti R_9 ja potentsiomeeter R_7. Viimasega reguleeritakse mõõtmise algul mõõteriista osuti nullile. Reguleerimise ajaks lühistatakse klemmid „x100" või „x1000" keskmise klemmiga.

Et väikeste takistuste mõõtmiseks saaks kasutada sama skaalat kui suurte takistuste mõõtmiselgi, tuleb läbi mõõdetava takistuse, takisti R_{10} ja patarei kulgevat voolu suurendada 10 korda. Seda teostatakse takisti R_8 rööbiti ühendamisega mõõdetavast takistusest ja patareist koosneva vooluringiga.

Takistid $R_1 \ldots R_6$, samuti R_{10} ja R_{11} monteeritakse ühisele hetinaksplaadile. Et saada täpsemaid takistusi, koostatakse neist igaüks kahest BC-tüüpi takistist võimsusega 0,25 ... 0,5 W. Teisele plaadile monteeritakse traatpotentsiomeeter R_7, 5 ... 7 mm läbimõõduga seleenkettad ning takistid R_8 ja R_9. Taskulambipatarei kinnitatakse lahtivõetava klambriga voltoommeetri kere külge, mis valmistatakse 1,5 ... 2,0 mm paksusest alumiiniumplekist ja mille mõõtmed on 185 × 95 × 50 mm. Voltoommeetri esikülg on näidatud joonisel 54.

Magnetelektrilisele mõõteriistale tuleb valmistada uus skaala, mille ülemised jaotused näitavad takistust, keskmised — vahelduvpinget kuni 6 V ja alumised — alalis- ja vahelduvpinget üle 6 V. Skaalade graduseerimiseks kasutatakse enam-vähem täpset testrit, s. o. ampervoltoommeetrit.

Voltoommeeter varustatakse kahe isoleeritud painduva juhtmega, mille ühes otsas on pistikud juhtmete ühendamiseks mõõteriista kontaktpuksidega ja teises — mõõtepistikud, mille abil mõõteriist ühendatakse vooluringi.

4. AVOMEETER

Avomeeter ehk ampervoltoommeeter, nagu juba nimetusestki nähtub, on kombineeritud elektrimõõteriist, mis võimaldab mõõta alalis- ja vahelduvpinget, alalisvoolu ja oomilist, s. o. alalisvoolu takistust. Järelikult asendab see mõõteriist nelja üksikut mõõteriista ja seepärast ei tohiks avomeeter puududa ühelgi raadiokorrastajal.

Kirjeldataval avomeetril on järgmised mõõtepiirkonnad:
alalisvool — 0 ... 300 µA, 0 ... 3 mA, 0 ... 300 mA, 0 ... 750 mA;
alalispinge — 0 ... 1,5 V, 0 ... 6 V, 0 ... 30 V, 0 ... 120 V, 0 ... 600 V;
vahelduvpinge — 0 ... 7,5 V, 0 ... 30 V, 0 ... 150 V, 0 ... 600 V;
takistus — 0 ... 1 kΩ, 0 ... 10 kΩ, 0 ... 100 kΩ, 0 ... 1 MΩ.

Mõõteriistana kasutatakse avomeetris M494-tüüpi mikroampermeetrit mõõteulatusega 85 µA. Loomulikult on võimalik kasutada ka teistsuguse mõõteulatusega mikroampermeetrit (näiteks 150 µA), kuid siis tuleb eel- ja šunttakistite suurused ümber arvutada.

Avomeetri sisendtakistus kõikidel mõõtepiirkondadel on alalispinge mõõtmisel 10 000 Ω/V, vahelduvpinge mõõtmisel aga 2000 Ω/V.

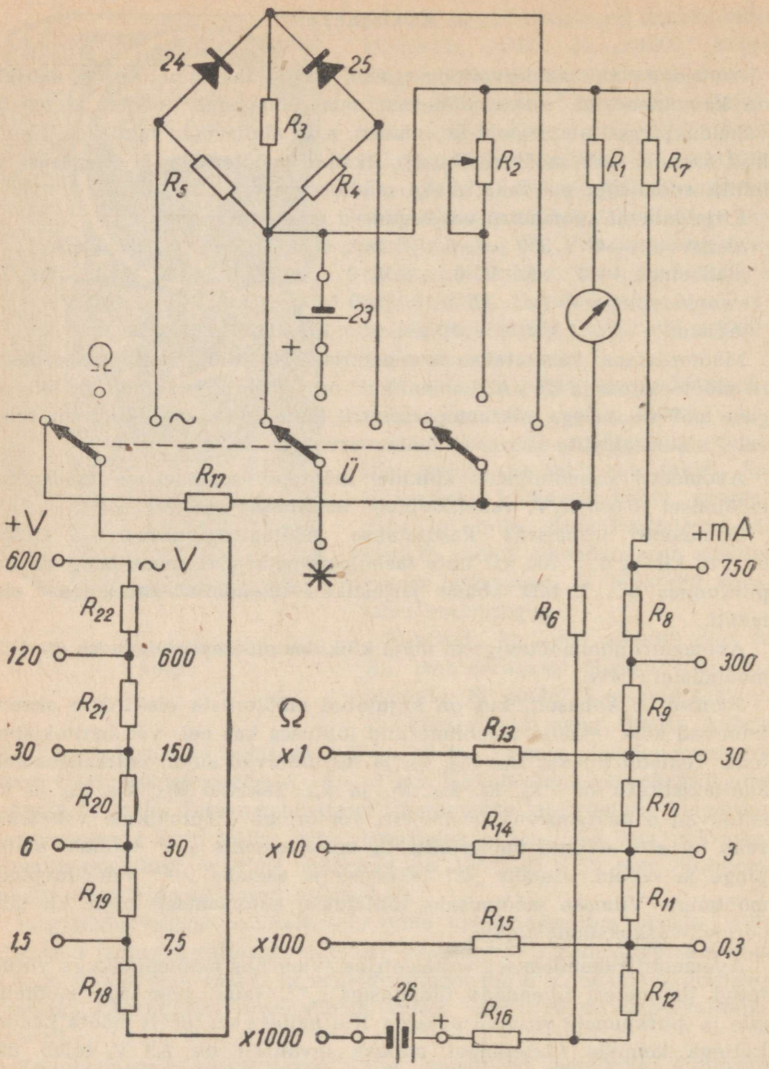
Oommeetri toitmiseks kasutatakse mõõtepiirkondades 0 ... 1 kΩ, 0 ... 10 kΩ ja 0 ... 100 kΩ ühte taskulambipatarei elementi ning mõõtepiirkonnas 0 ... 1 MΩ kolme järjestikku ühendatud samasugust elementi.

Avomeetri põhimõõteviga ei ületa kõikides mõõtepiirkondades iga liiki mõõtmistel ±4%.

Joonise 55 kohaselt, kus on kujutatud mõõteriista elektriline skeem, toimivad kõik takistid kombineeritud lülituses kas eel- või šunttakistustena. Takistid R_1, R_{18}, R_{19}, R_{20}, R_{21} ja R_{22} töötavad ainult eeltakistustena. Šunttakistiteks on R_8, R_9, R_{10}, R_{11} ja R_{12}. Takistid R_{13}, R_{14}, R_{15} ja R_{16} kuuluvad eeltakistustena oommeetri vooluringi. Mõõteliikide vahetamiseks on ette nähtud ümberlüliti U, mille asendis „—" toimub alalispinge ja -voolu, asendis „Ω" takistuse ja asendis „~" vahelduvpinge mõõtmine. Viimase mõõtmiseks lülitatakse automaatselt tööle ka täisperiood-vaskoksüüdalaldaja.

Avomeetri rakendamisel voltmeetrina tuleb üks mõõtepistikuga varustatud juhtmetest ühendada üldpuksiga „*", teine juhe aga mõõteliigile ja -piirkonnale vastava puksiga. Kui näiteks on tarvis mõõta kaudse küttega lampide küttepinget, milleks tavaliselt on 6,3 V, tuleb üks mõõtejuhtmetest ühendada üld- ja teine 7,5-V puksiga. Enne seda tuleb aga mõõteliikide ümberlüliti keerata parempoolsesse, s. o. vahelduvpinge mõõtmise asendisse.

Et oommeetri skaala avomeetri mikroampermeetril on õige ainult kindla pinge juures ja et kuivelementide pinge mõõteriistas aja jooksul langeb, siis mõõtevea vältimiseks on ette nähtud reostaat R_2, mille takistuse vähendamisega saab kompenseerida elementide pinge langust. Oom-

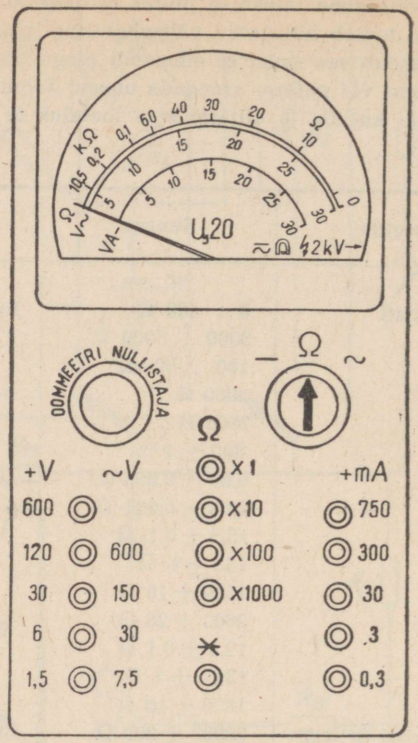


Joon. 55. Avomeetri skeem.

meetri skaala täpsuse kontrollimiseks tuleb takistuse mõõtmise algul üldpuksiga ja vastava takistuse mõõtepiirkonna puksiga ühendatud mõõtejuhtmed omavahel lühistada ja osuti reostaadiga R_2 nullile reguleerida.

Kui reostaadi väikseima takistuse juures ei õnnestu reguleerida osutit nullile, vaid ta näitab lühistatud välisvooluringi puhul ikkagi mingit takistust, siis tõendab see seda, et elemendi pinge on liiga madal. Sel puhul tuleb element või patarei asendada uuega. Joonisel 56 on toodud avomeetri esikülje kujutis ja alljärgnevas loetelus ta üksikosade suurused.

Jrk. nr.	Nimetus	Suurus	Märkused
1	Traattakisti	0 . . . 400 Ω	Reguleeritav
2	"	3000 . . . 5000 Ω	"
3	"	100 . . . 800 Ω	"
4	"	2000 Ω	
5	"	2000 Ω	
6	"	800 ± 4 Ω	
7	"	0,68 ± 0,006 Ω	
8	"	1,02 ± 0,008 Ω	
9	"	15,3 ± 0,1 Ω	
10	"	153 ± 1 Ω	
11	"	1530 ± 10 Ω	
12	"	2600 ± 20 Ω	
13	"	12,5 ± 0,1 Ω	
14	"	134,5 ± 1 Ω	
15	"	1820 ± 10 Ω	
16	Masstakisti BC-0,5	28900 ± 300 Ω	Koostatud kahest 15-kΩ takistist
17	Traattakisti	1985 ± 15 Ω	
18	Masstakisti BC-0,5	12,25 ± 0,1 kΩ	Koostatud kahest 6,2-kΩ takistist
19	"	45 ± 0,4 kΩ	Koostatud kahest 24-kΩ takistist
20	"	240 ± 2 kΩ	Koostatud kahest 120 kΩ takistist
21	"	900 ± 7 kΩ	Koostatud 430- ja 470-kΩ takistist
22	"	4,8 ± 0,04 MΩ	Koostatud 2,4-MΩ takistist
23	Kuivelement	1,5 V	Taskulambipatareist
24	Vaskoksüüdalaldaja BKB-7-1 a		2 tükki
25			
26	Taskulambipatarei	4,5 V	



Joon. 56. Avomeetri esikülg.

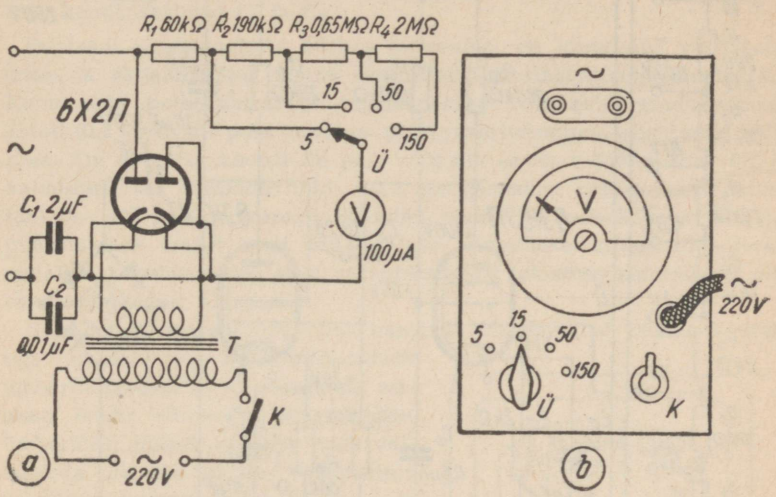
5. LAMPVOLTMEETRID

Üldiselt. Elektronlambi rakendamine vahelduvpingete mõõtmiseks rajaneb selle lambi detektoromaduste kasutamisel. Vahelduvpinge lampvoltmeeter kujutab endast ühe- või mitmelambilist detektorastme ning magnetelektrilise mõõteriistaga seadist. Tavalises alalispinge lampvoltmeetris detektoraste puudub.

Põhiliselt jagunevad lampvoltmeetrid diood- ja triood-lampvoltmeetriteks. Samuti jagunevad nad veel alalis- ja vahelduvpinge lampvoltmeetriteks.

Lampvoltmeetritel on võrreldes tavaliste voltmeetritega järgmised eelised: nad ei karda ülekoormust, tarbivad mõõdetavast vooluringist väga väikest energiat ning võivad suhteliselt väikese veaga mõõta kõrgsageduspingeid.

Lihtne dioodvoltmeeter. Ehituselt väga lihtsa dioodvoltmeetri elektriline skeem on toodud joonisel 57, *a*. See voltmeeter osutub tarvilikuks mõõteriistaks nii madal- kui ka kõrgsageduspingete mõõtmistel ja annab rahuldavaid tulemusi kuni 30-MHz sagedusega vahelduvpingete mõõtmisel.



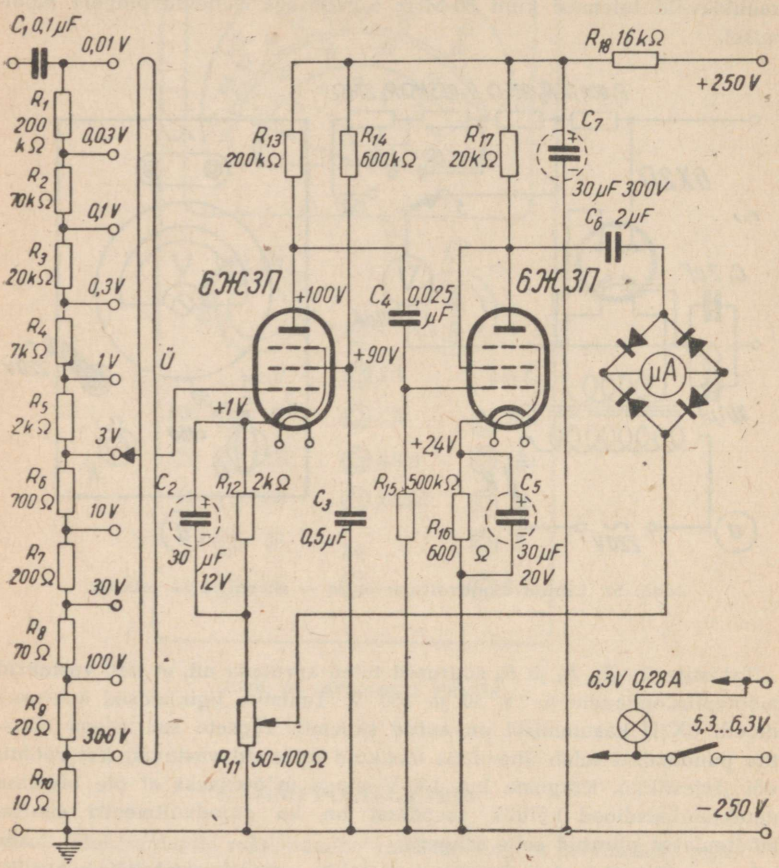
Joon. 57. Lihtne dioodvoltmeeter: *a* — skeem, *b* — esikülg.

Takistite R_1, R_2, R_3 ja R_4 suurused tuleb arvutada nii, et nad vastaksid mõõtepiirkondadele 5, 15, 50 ja 150 V. Takistite ligikaudsed suurused dioodi 6Х2П kasutamisel on antud skeemil. Täpsete suurustega takistite puudumisel tuleb ühendada üksikuid takisteid vastavalt kas rööbiti või järjestikku. Kõrgema kui 150-V pinge mõõtmiseks ei ole tavaline detekteerimisdiood kõlblik, seepärast on ka dioodvoltmeetri suurim mõõteulatus piiratud selle pingega.

Lamp-millivoltmeeter. Raadiovastuvõtjate parandamisel või kontrollimisel tuleb sageli mõõta just madalamaid vahelduvpingeid, milleks tavalise mõõtepiirkonnaga lampvoltmeetrid ei kõlba. Allpool kirjeldatakse lamp-millivoltmeetrit, milles tundlikkuse tõstmiseks on rakendatud kaheastmeline madalsagedusvõimendaja. Nimetatud millivoltmeetril on kümme mõõtepiirkonda: 0...10 mV, 0...30 mV, 0...0,1 V, 0...0,3 V, 0...1 V, 0...3 V, 0...10 V, 0...30 V, 0...100 V ja 0...300 V.

Voltmeetri elektriline skeem on toodud joonisel 58, mille kohaselt mõlemas võimendusastmes on kasutatud pentoodi 6Ж3П. Parempoolse lambi anoodvooluringi on ühendatud neljast ДГ-Ц-tüüpi germaaniumdioodist koostatud sildalaldaja, mis on koormatud milliampermeetriga.

Lampdioodide rakendamine alaldajas ei ole soovitav nende algvoolu tõttu, mille kompenseerimiseks peaks kasutama keerukamat skeemi. See aga teeks voltmeetri käsitsemise tülikamaks.



Joon. 58. Lamp-millivoltmeetri skeem.

Voltmeetri sageduskarakteristiku määravad põhiliselt esimese võimendusastme parameetrid. Teine võimendusaste (mille lamp töötab trioodina) on lairibavõimendaja ning koormatud anoodvoolu vahelduvkomponendi suhtes ainult milliampermeetri pöördpooli takistusega, sest kondensaatori C_6 ja dioodide pärisuunaline takistus on väga väike.

Voltmeetris rakendatakse negatiivset pingetagasisidestust. Selleks antakse lõpplambi väljest osa pinget tagasi vasakpoolse lambi katoo-

dile. Potentsiomeetri R_{11} takistuse muutmisega saab tagasisidestust laiades piirides reguleerida.

Kõik voltmeetri üksikosad ja põhisõlmed kinnitatakse 2...3 mm paksusele metallist esiplaadile. Viimase ülemisse ossa paigutatakse 150-μA mõõtepiirkonnaga mikroampermeeter, mille alla kinnitatakse riiulitaoline šassii. Selle peale asetatakse lambid, elektrolüütkondensaatorid C_2 ja C_5 ning kondensaatorid C_3 ja C_6.

Esiplaadi parempoolsele küljele (altvaates) on kinnitatud voltmeetri sisse- ja väljalülitamist näitav signaallamp ja traatpotentsiomeeter R_{11}. Kuna seda potentsiomeetrit reguleeritakse voltmeetri gradueerimisel ainult üks kord, siis pole tarvidust ta reguleerimisnuppu 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 mitteoksüdeerivast metallist klamber, mida saab potentsiomeetri takistuse muutmiseks piki toru edasi-tagasi nihutada.

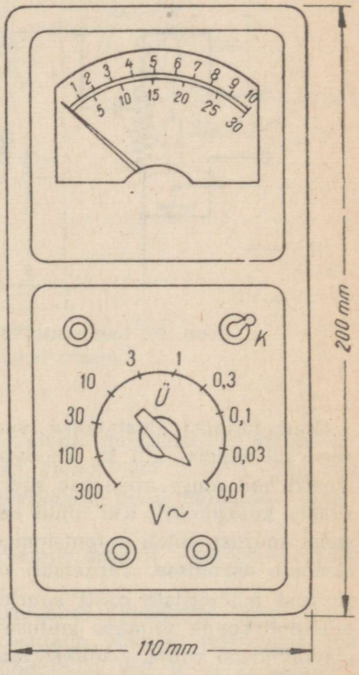
Sisendpingejagaja jaoks tuleb kasutada üheplaadilist kümne kontaktiga ümberlülitit. Mõõtepiirkondade ümberlülitamisel ei tohi katkeda esimese lambi võrevooluring, mistõttu ümberlüliti libisev kontakt tuleb valmistada nii lai, et ta vahepealses asendis puudutaks kahte kõrvutiasetsevat kontakti. Kõik pingejagaja takistid joodetakse otse ümberlüliti kontaktide külge.

Pingejagajas tuleb kasutada BC-tüüpi 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.

Ebasoovitavate tagasisidestuste vältimiseks tuleb voltmeetri montaaži teostamisel jälgida, et lampide võreja anoodvooluringide ühendusjuhtmed oleksid võimalikult lühikesed.

Voltmeetri väliskuju on näidatud joonisel 59.

Peale mõõteriista valmimist on vaja suure sisetakistusega voltmeetri

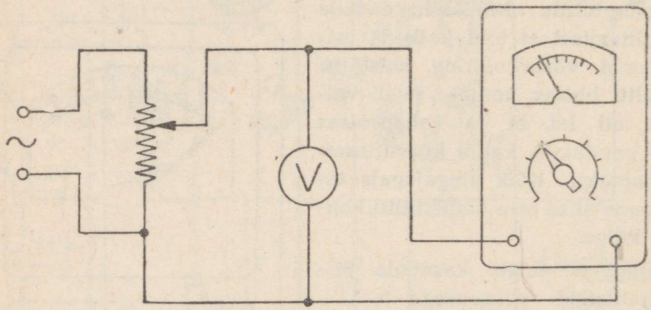


Joon. 59. Lamp-millivoltmeetri esikülg.

abil kontrollida lampide kütte- ja anoodpingeid, mis võivad oma nimisuurustest kõrvale kalduda $\pm 20\%$ võrra. Küttepinge piirideks on keskmiselt 5,3 ... 6,3 V ning anoodpingel — 200 ... 300 V. Lampvoltmeetri toiteks tuleb kasutada hea silumisfiltriga alaldajat, mille transformaatori eri sekundaarmähistest saadakse küttepinge niihästi voltmeetri lampidele kui ka alaldaja lambile. Juhul kui alaldajas kasutatakse tahkeid suunajaid, langeb tarvidus alaldaja küttemähise järele muidugi ära.

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

Seejärel asutakse voltmeetri gradueerimisele, milleks tuleb kasutada võimalikult täpset vahelduvvoolu-voltmeetrit (näiteks astaatilist) ning potentsiomeetrit võimsusega 10 ... 15 W. Voltmeetri gradueerimise skeem on näidatud joonisel 60. Vahelduvvoolu allikana võib gradueerimisel kasutada vahelduvvooluvõrku.



Joon. 60. Lamp-millivoltmeetri gradueerimise skeem.

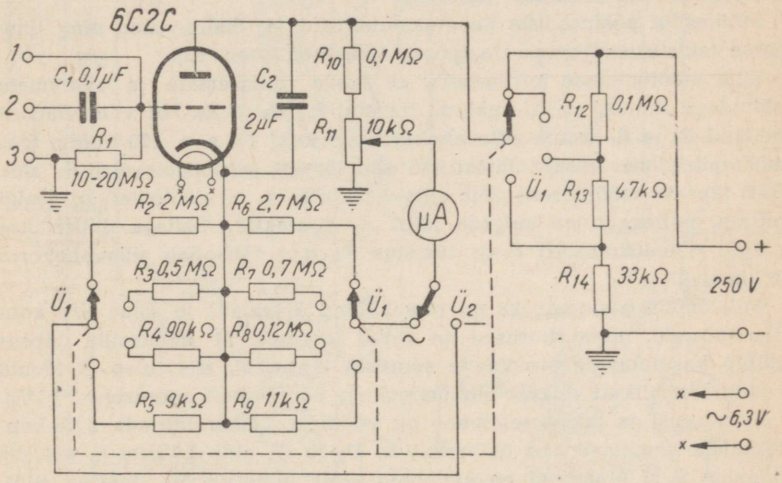
Gradueerimist alustatakse vastavate mõõtepiirkondade sisselülitamisega nii täppis- kui ka lampvoltmeetril. Siis reguleeritakse potentsiomeetri abil pinge niisuguse suuruseni, et täppisvoltmeetril osuti näitaks skaala keskpunkti. Kui nüüd lampvoltmeetri mõõteriista osuti ei näita sama suurust, tuleb potentsiomeetri R_{II} takistuse muutmisega viia osuti samasse asendisse. Täpsemalt reguleeritakse negatiivse tagasisidestuse suurust mõõteriista osuti suurimal hälvel. Kui on saavutatud vastava mõõtepiirkonna viimase jaotuse kokkulangemine gradueeritava ja täppisvoltmeetri vahel, asutakse lampvoltmeetri skaalade vahepealsete jaotuste märkimisele. Selleks tuleb kontrollida skaala õigsust 10 ... 20 punktis ja seda eriti veel seepärast, et germaaniumdioodide volt-amper-

tunnusjooned ei ole lineaarsed, mistõttu jaotused on skaala alguses mõnevõrra kokku surutud.

Voltmeetri lühistatud klemmide puhul peab osuti asetsema nullil. Vastasel korral saavad voltmeetri lampide anoodid halvasti silutud pinget või on elektrolüütkondensaator C_7 halva kvaliteediga.

Et mõõteriistas on kasutatud küllaldaselt tugevat negatiivset tagasisidestust, siis sõltub mikroampermeetri osuti hälbe täpsus vähe toitepingete, lampide parameetrite (nende vahetamisel) ning valdava enamiku üksikosade suuruse muutumisest.

Lampvoltmeeter. Kirjeldatav lampvoltmeeter on koostatud katooddetektori skeemi järgi, mis on toodud joonisel 61. Voltmeetril on neli mõõtepiirkonda: 4, 20, 100 ja 400 V. Üleminek ühelt mõõtepiirkonnalt teisele toimub ümberlüliti $Ü_1$ abil, kuna ümberlüliti $Ü_2$ ühendab volt-



Joon. 61. Lampvoltmeetri skeem.

meetri ümber kas alalis- või vahelduvpinge mõõtmiseks. Mõõdetav alalis- kui ka vahelduvpinge suunatakse klemmidele *1* ja *3*. Kui aga mõõdetakse alaliskomponendiga vahelduvpinget, tuleb mõõdetav pinge rakendada klemmidele *2* ja *3*.

Lampvoltmeetris kasutatakse mikroampermeetrit mõõteulatusega 200 µA.

Lambi 6C2C asemel võib kasutada trioodina ühendatud lampi 6Ж7.

Antud lampvoltmeetri toiteks võib kasutada ükskõik missugust hea silumisfiltriga alaldajat, mis annab anoodpinget 250 V ja küttepinget 6,3 V.

Voltmeetri skaalad gradueeritakse kõigil mõõteulatustel alalis- ja vahelduvvoolu etaloonmõõteriistade järgi. Gradueerimisel võib osutuda vajalikuks muuta mõne takistuse suurust, et saada paremat kokkujooksu lamp- ja etaloonvoltmeetri skaalade vahel.

6. TAKISTUSE JA MAHTUVUSE MÕÕTESILD

Takistuse ja mahtuvuse mõõtesild on üks vajalikumaid abinõusid raadiokorrastaja mõõteriistade komplektis. Allpool kirjeldatava mõõtesillaga on võimalik mõõta takistusi 10 Ω ... 10 MΩ ja mahtuvusi 10 pF ... 10 μF. Osutmõõteriista asemel kasutatakse sillas optilist indikaatorit 6E5C, mis teeb silla valmistamise odavamaks ja osutub küllalt tundlikuks silla tasakaalu näitajaks.

Mõõtesilla põhiosadeks on etaloontakistid ja -mahtuvused ning lineaarse takistusmuutusega traatpotentsiomeeter (joon. 62).

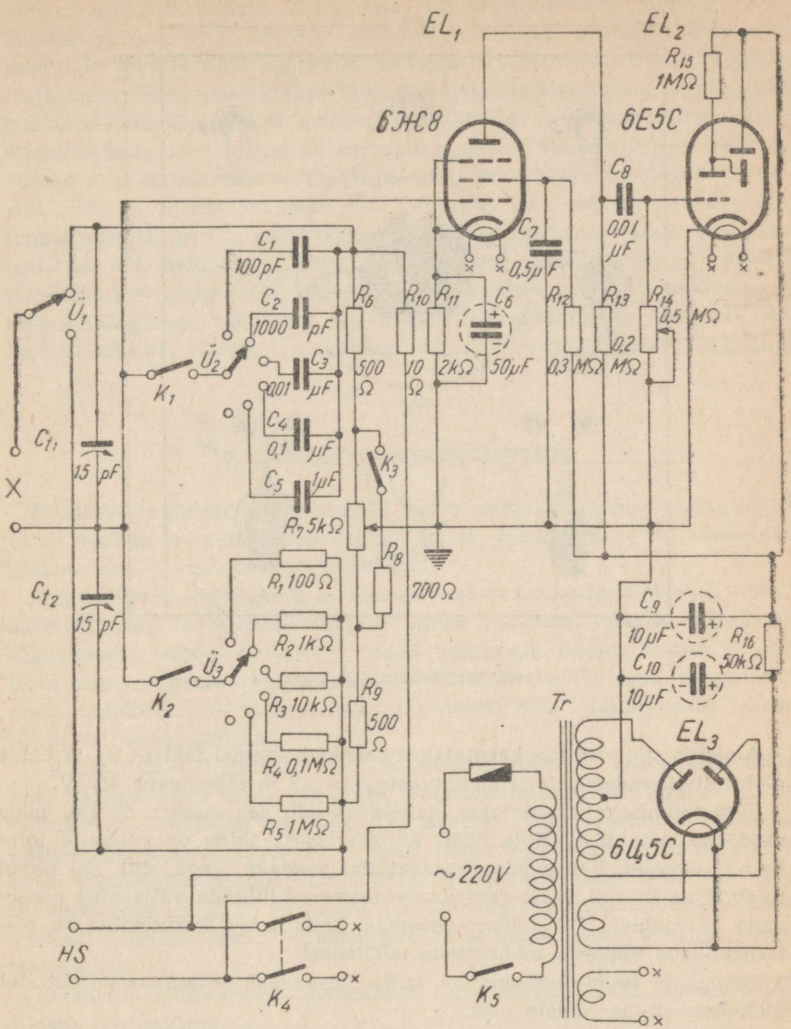
Silla mõõteulatuse piiramiseks, et saada ühtlasemate ja avaramate näitudega skaala, on ette nähtud takistid R_6, R_8 ja R_9. Nii võimaldavad takistid R_6 ja R_9 muuta sillavahekorda 0,1 kuni 10, s. o. 100 korda. Igas mõõtepiirkonnas tasakaalustatakse sild täpselt potentsiomeetri R_7 abil. Eriti täpseks mõõtmiseks võib sillavahekorda, s. o. mõõteulatust, veelgi piirata, milleks tuleb sulgeda lüliti K_3 kontaktid. Sellega lülitatakse rööbiti potentsiomeetri R_7-ga takistus R_8, mis vähendab sillavahekorra 0,5 kuni 2.

Silla mõõte-etaloonideks on ette nähtud 5 takistit ja sama arv kondensaatoreid, mille suurused on antud joonisel. Et mõõtesilla täpsus sõltub kasutatavate etaloonide suurustest täpsusest, siis tuleb etaloonid valida võimalikult väikese lahkuminekuga nõutavatest suurustest (±1%).

Mahtuvus- ja takistusetaloone on võimalik ümber lülitada 2×6-kontaktiliste kombineeritud ümberlülitite U_2 ja U_3 abil. Lülitite 6. asendis (joonise järgi alumises) on etaloonid välja lülitatud (nn. lahtine sild), mis võimaldab 10-μF välisetalooni rakendamisel mõõta 10 μF suuremaid mahtuvusi. Seesuguse lahtise silla puhul on võimalik võrrelda ka induktiivsusi. Mõõtesilla käsitsemise lihtsustamiseks on ette nähtud ainult üks paar mõõteklemme. Silla ümberlülitamine takistuste ja mahtuvuste mõõtmiseks toimub ümberlüliti U_1 abil, mis üheaegselt ühendab ümberlülitite K_1 või K_2 abil lambi EL_1 võre kas etaloonkondensaatorite ümberlüliti U_2 või etaloontakistite ümberlüliti U_3 peale.

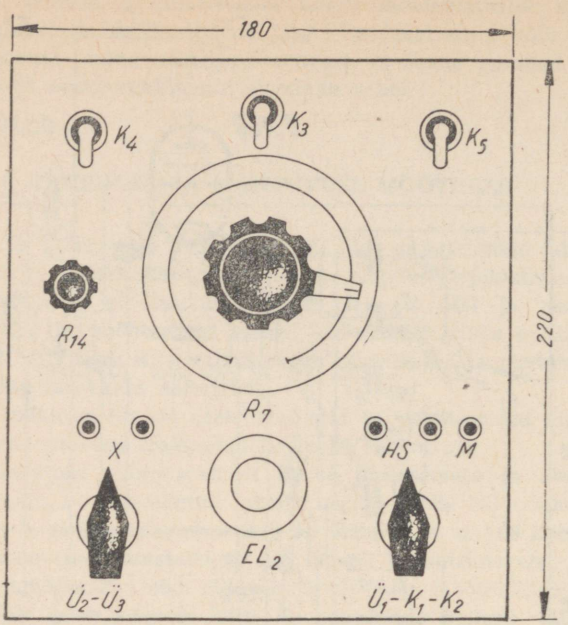
Kondensaatorid C_{t1} ja C_{t2} on ette nähtud juhtmetevahelise mahtuvuse tasakaalustamiseks. Nendeks tuleb valida 15-pF lõppmahtuvusega keraamilised trimmerkondensaatorid.

Pentood 6Ж8 töötab pingevõimendajana. Võre eelpingestamiseks on selle lambi katoodi ühendatud madalapingelise elektrolüütkondensaatoriga C_6 šunditud takisti R_{11}. Varivõre pingestatakse takisti R_{12} kaudu,



Joon. 62. Takistuse ja mahtuvuse mõõtesilla skeem.

kuna takisti R_{13} toimib anoodkoormustakistina. Võimendaja on sidestatud optilise indikaatoriga ülekandekondensaatori C_8 abil. Lambi 6E5C võreringis asetseva potentsiomeetriga R_{14} reguleeritakse selle indikaatori tundlikkust.



Joon. 62a. Mõõtesilla esiplaat.

Alaldaja silumisfiltris kasutatakse paispooli asemel takistit R_{16} ja kahte elektrolüütkondensaatorit mahtuvusega 10 μF ja tööpingega 450 V.

Silla toitmiseks kasutatakse vahelduvvoolu sagedusega 50 Hz, mida saadakse lampide 6Ж8 ja 6E5C küttemähisest. Silda on võimalik toita ka väljastpoolt, helisagedusgeneraatorist saadava pinge abil. Sel puhul tuleb lüliti K_4 abil 50-Hz sagedusega toitevool lülitada välja ning rakendada klemmidele *HS* helisageduspinge. Selle pinge kasutamine on otstarbekohane väikeste mahtuvuste mõõtmisel.

Takisti R_{10} toimib eeltakistina, mille ülesandeks on kaitsta võrgutrafot ülekoormuste ja lühiste eest.

Mõõtesilla ehitamiseks on vaja 180×220 mm suurune esiplaat ja 180×100 mm suurune montaažplaat, mis kinnitatakse eelmisega risti. Montaažplaadile kinnitatakse võrgutrafo, elektrolüütkondensaatorid C_9 ja C_{10}, võrgukaitse, alaldajalamp 6Ц5C ja võimenduslamp 6Ж8.

Montaažplaadi all asetseb optiline indikaator, etaloonmahtuvused ning -takistused. Need on pikkade ühenduste vältimiseks joodetud otse ümberlüliti vastavate kontaktide külge.

Vastavalt joonisele 62a, kus on näidatud mõõtesilla esiplaat, asetseb vasakul lüliti K_4. Esiplaadi ülemises keskosas paikneb lüliti K_3, mille

abil on võimalik takistit R_8 kas sisse või välja lülitada. Paremal üleval asetseb võrgulüliti K_5. Plaadi keskosas on näha lineaarse potentsiomeetri R_7 reguleerimisnupp koos skaalaga. Nii mahtuvuste kui ka takistuste mõõtmiseks kasutatakse ühist skaalat. Reguleerimisnupu all vasakul asetsevad klemmid *X* mõõdetava takistuse või mahtuvuse külgeühendamiseks. Sama nupu all keskel on optilise indikaatori ümmargune vaateava ning paremal helisagedusgeneraatori külgeühendamise klemmid *HS* ja maandusklemm *M*. Vasakul all asetseb kahekordne ümberlüliti U_2 ja U_3, mis võimaldab ühe nupu abil valida vajalikku takistus- või mahtuvusetalooni. Parempoolses alumises nurgas paikneb mitmekordne ümberlüliti U_1, K_1, K_2, mis üheaegselt sisendklemmide ümberlülitamisega takistuste või mahtuvuste mõõtmiseks ühendab vastavalt lambi EL_1 võrega kas takistus- või mahtuvusetaloonide komplekti.

7. INDUKTIIVSUSTEVÕRDLEJA

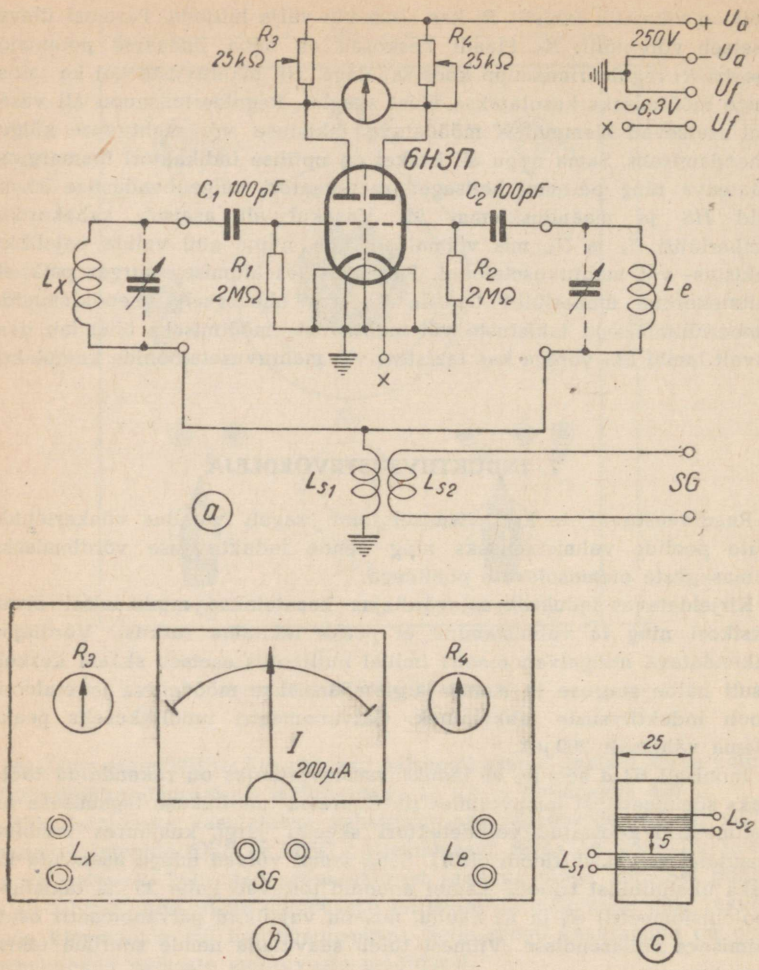
Raadiovastuvõtjate korrastamisel tekib sageli vajadus võnkeringide uute poolide valmistamiseks ning nende induktiivsuse võrdlemiseks samasuguste olemasolevate poolidega.

Kirjeldatavas induktiivsustevõrdlejas kasutatakse minimaalsel arvul üksikosi ning ta valmistamine ei peaks tekitama raskusi. Võrdlejas rakendatava nullgalvanomeetri (millel nulljaotus asetseb skaala keskel) osuti hälbe suuruse ja suuna järgi määratakse mõõdetava ja etaloonpooli induktiivsuste lahkuminek. Galvanomeetri tundlikkuseks peaks olema vähemalt 200 μA.

Jooniselt 63, *a* selgub, et induktiivsustevõrdlejas on rakendatud tööle kaks sümmeetrilist lampvoltmeetrit. Suurema tundlikkuse tagamiseks on voltmeetrid koostatud võredetektori skeemi järgi, kusjuures lambina kasutatakse kaksiktrioodi 6Н3П. Seda lampi võivad eduga asendada ka kaks ühetüübilist trioodi. Lambi anoodid toituvad kahe 25-kΩ takistuse (potentsiomeetri) R_3 ja R_4 kaudu, mis on vajalikud galvanomeetri osuti viimiseks nullasendisse. Viimast tuleb saavutada nende suurima takistuse juures.

Võrreldav induktiivsus ühendatakse klemmidega L_x ja etalooninduktiivsus klemmidega L_e.

Klemmidele *SG* rakendatakse signaalgeneraatori pinge, mis sidestuspoolide L_{s2} ja L_{s1} kaudu kandub lampide võrevooluringi. Mõlema sidestuspooli keerdude arvud on omavahel võrdsed ning sõltuvad signaalgeneraatori väljepingest (mida kõrgem väljepinge, seda vähem keerde ja vastupidi). Sidestuspoolid asetsevad ühisel poolikehal, mille mõõtmed on antud joonisel 63, *c*. Keerdude arv leitakse katselisel teel, kuid orienteerimiseks võib öelda, et see kõigub 6...10 keeru piirides.



Joon. 63. Induktiivsustevõrdleja:
a — skeem, b — esiplaat, c — sidestuspool.

Induktiivsustevõrdleja anood- ja küttepinge allikana võib kasutada ükskõik missugust seadist, mis annab 250-V alalis- ja 6,3-V vahelduvpinget. Tavaliselt kasutatakse selleks väikse võimsusega võrgupinge alaldajat, mis on induktiivsustevõrdlejaga kokku ehitatud. Sageli ehitatakse võrdlejaga kokku ka lihtne signaalgeneraator.

Induktiivsuste võrdlemisel tuleb jälgida, et ei tekiks sidestust poolide L_x ja L_e vahel, sest vastasel korral kannatab tekkiva tagasisidestuse tõttu mõõtetäpsus.

Joonisel 63, *b* on kujutatud induktiivsustevõrdleja esiplaat, mis on soovitav valmistada metallist. Ta mõõtmed sõltuvad kasutatavate üksikosade suurusest.

8. SIGNAALGENERAATORID

Üldiselt. Üheks vajalikumaks seadiseks raadiovastuvõtjate põhjalikul kontrollimisel ja remontimisel on signaalgeneraator, mis vastavalt vajadusele tekitab kas moduleeritud või moduleerimata kõrgsageduspinget. Nad erinevad standard-signaalgeneraatoritest selle poolest, et neil ei ole väljepinge suurus ning modulatsiooni sügavus täpselt mõõdetavad.

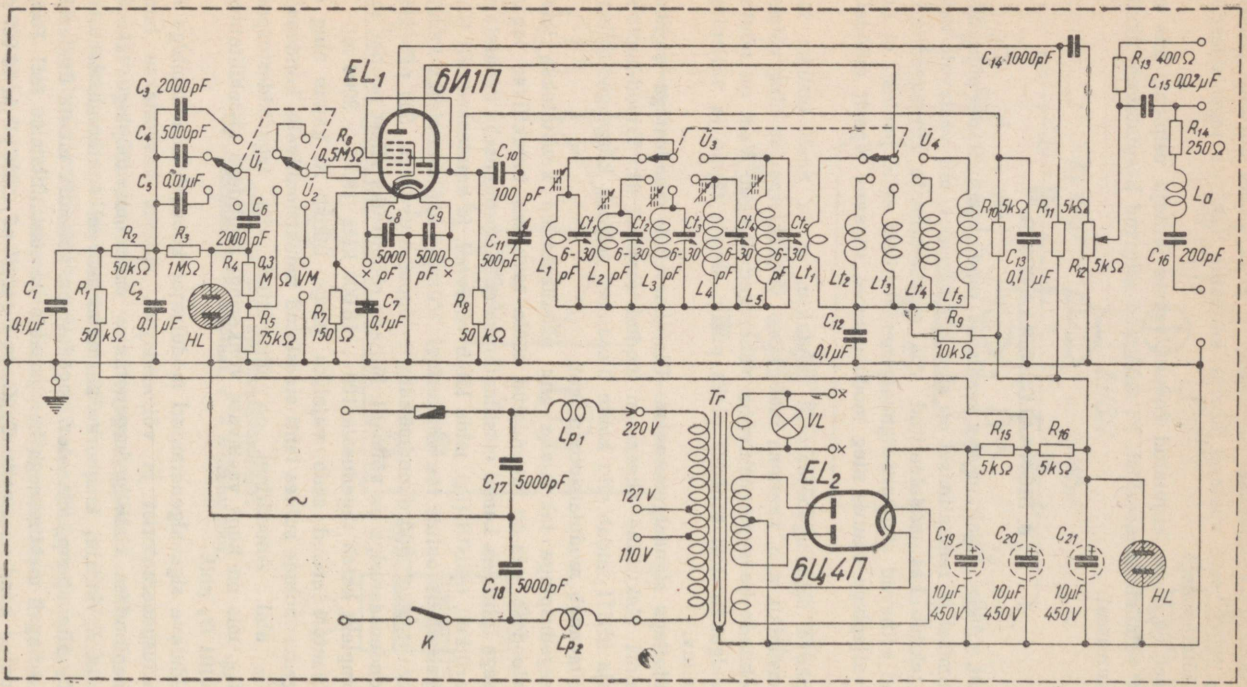
Tänapäeva signaalgeneraatorilt nõutakse, et ta peab omama laia sagedusastmiku, s. o. haarama lühi-, kesk- ja pikklaine osa ning võimaldama tekitada ka supervastuvõtja vahesageduspinget. Veel on nõutav, et signaalgeneraatori sagedus oleks püsiv, skaala täpne ja väljepinge reguleeritav.

Võrgutoitega signaalgeneraator. Ülalnimetatud omadustega signaalgeneraatori elektriline skeem on toodud joonisel 64. Triood-heptoodmuundaja 6И1П täidab siin kahte ülesannet: tekitab kõrgsageduspinget ning võimendab modulatsioonipinget.

Kõrgsageduspinge tekitajana ehk ostsillaatorina kasutatakse lambi 6И1П trioodosa, mis on rakendatud tööle tavalises induktiivse tagasisidestusega lülituses. Lambi ostsillaatorosa eelpingestamiseks kasutatakse nagu harilikult takistit (R_8), mida läbib võrevool, ja kondensaatorit (C_{10}), mis sulgeb alalisvoolule tee võnkeringi. Viimase häälestamiseks kasutatakse kvaliteetset pöördkondensaatorit lõppmahtuvusega 500 pF. Häälestuskondensaatoriga on võimalik lülitada rööbiti üks viiest poolist, millede komplekt katab sagedusala 100 ... 16 000 kHz (18,75 ... 3000 m).

Ostsillaatori anood saab vajaliku pinge takisti R_9 kaudu ning on kõrgsagedusvoolude suhtes lahti sidestatud induktsioonivaba kondensaatori C_{12} abil. Anoodringi on ühendatud viis tagasisidestuspooli $L_{t1} \dots L_{t5}$, mis on koos vastavate võnkeringi poolidega sisselülitatavad ümberlüliti U_4 abil.

Kirjeldatava signaalgeneraatori modulaator koosneb huumlambiga *HL* helisagedusgeneraatorist ja võimendajast, milleks kasutatakse lambi 6И1П heptoodosa. Helisagedusgeneraator saab oma tööpinge takistite R_1, R_2 ja R_3 kaudu, kusjuures kasutatakse veel šuntkondensaatoreid C_1 ja C_2. Huumlampgeneraatori sagedust on võimalik muuta ümberlülitiga U_1 erineva mahtuvusega kondensaatorite sisselülitamise teel. Joonisel näidatud kondensaatorite C_3, C_4 ja C_5 (2000 pF, 5000 pF ja 10 000 pF)



Joon. 64. Võrgutoitega signaalgeneraatori skeem.

ümberlülitamisega on võimalik vastavalt saada helisagedust 1500, 400 ja 100 Hz. Modulaatorosa ümberlülitiks U_1—U_2 on sobiv kasutada 2×4-kontaktilist lülitit, milledest U_2 abil rakendatakse lambi heptoodosa tüürvõrele kolme erineva sagedusega helisageduspinget. Ümberlüliti U_2 kõige alumises asendis on võimalik kasutada välismodulatsiooni (näiteks sagedus-heliplaate), mille pinge rakendatakse klemmidele *VM*. Parasiitvõnkumiste summutamiseks on heptoodi tüürvõre vooluringi ühendatud takisti R_6. Sama võre negatiivseks eelpingestamiseks on lambi katoodiga ühendatud kondensaatoriga C_7 sillatud takisti R_7.

Lambi kütteniidi kaudu kõrgsagedusvoolude kulgemise vältimiseks on kütteniidi klemmid kondensaatorite C_8 ja C_9 abil maandatud.

Kirjeldataval signaalgeneraatoril on madalaoomiline välje, mille pinget reguleeritakse potentsiomeetriga R_{12}. Signaalgeneraatori välje- ja proovitava vastuvõtja sisendtakistuste sobitamiseks peab kasutama aseantenni, milleks lühilaine piirkonnas kõlbab kõrgsagedusjuhtmesse ühendatud 400-Ω takisti R_{13}. 465-kHz vahesageduse häälestamisel täidab sama ülesannet kõrgsagedusjuhtmesse ühendatud 0,02 μF mahtuvusega kondensaator C_{15}. Kesk- ja pikklaine piirkonnas moodustavad aseantenni järjestikku ühendatud 250-Ω takisti R_{14}, pool L_a ja 200-pF mahtuvusega kondensaator C_{16}. Pool L_a koosneb 35 keerust 0,2 mm jämedusest juhtmest ПЭЛ, mis on mähitud ühekihilisena keerd keeru kõrvale poolikehale läbimõõduga 20 mm.

Heptoodi anood saab toidet takisti R_{11} kaudu. Selleks et vältida anood-alalispinge sattumist väljesse, kasutatakse tõkestuskondensaatorit C_{14}. Varivõrepinget saab lamp takisti R_{10} kaudu, mis on sillatud kondensaatoriga C_{13}.

Signaalgeneraatori võrgutoite osas leiab rakendamist väiksemõõtmelise lambiga 6Ц4П täisperioodalaldaja. Võrgutrafo primaarmähis on arvutatud pingele 110, 127 või 220 V ning anoodmähised 2×250 V. Anoodvoolu suuruseks on keskmiselt 10 mA. Küttemähised on valmistatud pingele 6,3 V.

Et vältida kõrgsagedusvoolu pääsu valgustusvõrku ja selle kaudu proovitavasse vastuvõtjasse, kasutatakse võrgutoite osas tõkestusfiltrit. Viimane on ühendatud trafo primaarmähise ja võrguklemmide vahele. Nimetatud filter koosneb kahest kõrgsagedus-paispoolist L_{p1} ja L_{p2} ning kahest kondensaatorist C_{17} ja C_{18}.

Lambi 6Ц4П poolt alaldatud vool silutakse kaheastmelises filtris, mis koosneb kolmest elektrolüütkondensaatorist C_{19}, C_{20} ja C_{21} ja kahest takistist R_{15} ja R_{16}. Seejuures peab takisti R_{15} taluma vähemalt võimsust 2 W ja takisti R_{16} 1 W.

Signaalgeneraatorist saadava kõrgsagedusvoolu sageduse stabiilsus sõltub teatud määral võrgupingest. Et vältida sageduse muutumist võrgupinge kõikumise tõttu, kasutatakse antud skeemis huumlamp-pingestabi-

lisaatorit. Lambi EL_1 küttemähisest toitub veel skaalalamp 6,3 V, 0,28 A, mis indikaatorina näitab, kas generaator on sisse lülitatud.

Signaalgeneraatori kogu sagedusala (100 ... 16 000 kHz) on jagatud järgmiseks viieks sagedusastmikuks: 100 ... 250 kHz; 250 ... 700 kHz; 700 ... 2000 kHz; 2000 ... 5500 kHz ja 5500 ... 16 000 kHz. Nende sagedusastmike poolid on mähitud alustele läbimõõduga 10 mm, kusjuures poolid L_2, L_3, L_4 ja L_5 on mitmekihilised. Pool L_1 on ühekihiline. Poolide keerdude arv ja juhtme mark ning läbimõõt on järgmine: L_1 — 11 keerdu ПЭШО 0,5; L_2 — 42 keerdu ЛЭШО 10×0,07; L_3 — 112 keerdu ЛЭШО 10×0,07; L_4 — 275 keerdu ПЭШО 0,2; L_5 — 850 keerdu ПЭШО 0,12. Tagasisidestuspoolid $L_{t1} \dots L_{t5}$ mähitakse võnkeringide poolidega ühisele alusele, kusjuures nende keerdude arv on vastavate võnkeringide poolide keerdude arvust 5 ... 6 korda väiksem. Sidestuspoolide täpne keerdude arv leitakse katseliselt.

Üksikud poolid kinnitatakse hetinaksliistule, millele on montaažile mehaanilise toe andmiseks eelnevalt kinnitatud vastav arv kontaktliblesid, mille külge joodetakse poolide otsad. Kogu poolikomplekt varjestatakse 1 ... 2 mm paksusest alumiiniumplekist varjega.

Signaalgeneraatori šassii ja esiplaat valmistatakse 2 mm paksusest duralumiiniumplekist, kusjuures nende mõõtmed sõltuvad üksikosade suurusest ja paigutusest. Esiplaadi keskele kinnitatakse skaala ja sobivatesse kohtadesse enam-vähem sümmeetriliselt indikaatorlamp, sagedusastmike ümberlüliti U_3—U_4, väljeregulaator R_{12}, modulatsiooni-ümberlüliti U_1—U_2, välismodulatsiooni pistikupesa ja võrgulüliti K. Ülejäänud osad paigutatakse šassii peale ja alla.

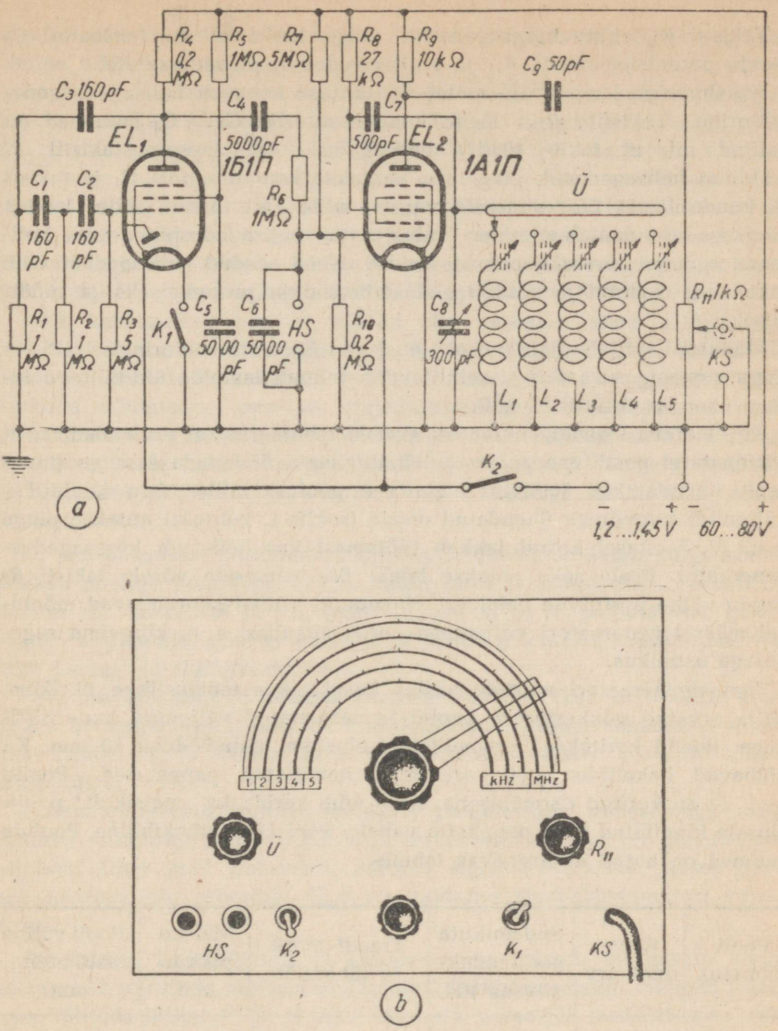
Kõrgsagedusenergia otsese väljakiirgamise vältimiseks tuleb jälgida, et kogu generaator oleks ümbritsetud metallkattega. Eraldi peab varjestama väljeregulaatori ning aseantenni osad. Väljejuhe ning selle külge ühendatud pistik peavad olema varjestatud. Esimene neist lõpeb näpitsklemmiga.

Patareitoitega signaalgeneraator. Juhul kui ei ole võimalik kasutada signaalgeneraatori toiteks võrguvoolu, tuleb teda toita patareidest. Seesugune olukord võib tekkida kohtades, kus puudub vahelduvvooluvõrk. Allpool on toodud patareidest toidetava signaalgeneraatori kirjeldus.

Nimetatud generaatori põhimõtteskeem on antud joonisel 65, *a*, mille kohaselt kasutatakse kahte sõrmlampi, mis kokku tarbivad küttepatareist voolu 120 mA pingel 1,2 ... 1,45 V ja anoodpatareist voolu 3,5 mA pingel 65 V.

Mõõtegeneraatori kogu sagedusala (100 ... 16 000 kHz), on jaotatud viide astmikku: 100 ... 250 kHz; 250 ... 700 kHz; 700 ... 2000 kHz; 2000 ... 5500 kHz ja 5500 ... 16 000 kHz.

Esimese nelja sagedusastmiku piirides on väljepinge sujuvalt reguleeritav kuni 0,3 voldini, viiendas astmikus on see pinge veidi madalam.



Joon. 65. Patareitoitega signaalgeneraator:
a — skeem, *b* — esiplaat.

Vastavalt skeemile töötab parempoolne lamp 1А1П transitronlülituses kõrgsagedusgeneraatorina.

Võnkering, mis koosneb ühest poolist $L_1 \dots L_5$ ja viimasega rööbiti olevast pöördkondensaatorist C_8, on ühendatud lambi EL_2 kolmanda, s. o. tüürvõrega. Poolide ümberühendamine toimub ümberlüliti *Ü* abil.

Takistil R_9 tekkiv kõrgsageduslik pinge kantakse kondensaatori C_9 kaudu potentsiomeetrile R_{11} ja sealt edasi väljepuksidesse *KS*.

Vasakpoolne lamp 1Б1П töötab *RC*-lülituse kohaselt helisagedusgeneraatorina. Takistite $R_1 \ldots R_3$ ja kondensaatorite $C_1 \ldots C_3$ suurused on valitud nii, et tekib 400-Hz helisagedus. Anoodkoormustakistil R_4 tekkinud helisageduslik pingelang kantakse kondensaatori C_4 ja takisti R_6 kaudu lambi EL_2 esimesele võrele, mille abil toimub selles lambis kõrgsageduse moduleerimine. Ühtlasi satub helisageduspinge veel helisagedusgeneraatori väljepuksidesse *HS*. Neist saadud helisagedust võib rakendada vastuvõtja madalsagedusvõimendaja proovimiseks ja mõõtmiseks.

Modulatsiooni sisselülitamiseks on lambi EL_1 küttevooluringis lüliti K_1. Kogu signaalgeneraatori sisselülitamine toimub lampide üld-küttevooluringi ühendatud lüliti K_2 abil.

Kirjeldatava signaalgeneraatori skeemi monteerimisel peab teadma, et küttepatarei positiivne poolus tuleb tingimata ühendada šassiiga (tavaliselt ühendatakse šassiiga negatiivne poolus), mille tõttu lambi EL_2 kütteniidi sulgvõrega ühendatud otsale (soklis 1. kontakt) antakse pinge +1,2 V. Vastasel korral lakkab töötamast kas heli- või kõrgsagedusgeneraator. Peale selle antakse lambi EL_2 esimesele võrele takisti R_7 kaudu väike positiivne eelpinge. Nimetatud võtted suurendavad mõningal määral generaatori väljepinget, eriti viiendas, s. o. kõrgeima sagedusega astmikus.

Signaalgeneraatori valmistamiseks kasutatakse tööstuslikke üksikosi, välja arvatud võnkeringide poolid ja varjestatud väljepesa koos pistikuga. Poolid keritakse keraamilistele alustele läbimõõduga 10 mm. Ka kõlbavad bakeliidist või parafiiniga immutatud pappalused. Poolid $L_2 \ldots L_5$ on keritud ristmähisena. Neid võib kerida ka „metsikult" poolialusele kinnitatud kahe pappketta vahele. Pool L_1 on ühekihiline. Poolide andmed on antud alljärgnevas tabelis.

Pooli nimetus	Keerdude arv	Südamikuta pooli induktiivsus µH	Traadi mark ja läbimõõt	Mähise pikkus mm	Pooli väline läbimõõt mm
L_1	11	1,88	ПЭШО 0,5	—	—
L_2	42	16,8	ЛЭШО 10×0,07	4	13
L_3	112	130	ЛЭШО 10×0,07	4	17
L_4	275	800	ПЭШО 0,2	4	20
L_5	850	6800	ПЭШО 0,12	4	24

Poolid on soovitatav kerida veidi suurema keerdude arvuga, et pärast, generaatori gradueerimisel, oleks võimalik nende induktiivsuse sobita-

miseks mõned keerud kõrvaldada. Poolide induktiivsuse täpne reguleerimine toimub raudsüdamikkude abil.

Poolialused kinnitatakse kruvidega ühise varje põhja külge, mis omakorda seotakse lainelüliti kinnituspoltidega. Seega jääb varje põhi 3...5 mm kaugusele lainelüliti klemmplaadist. Poolide traadi üks ots joodetakse maanduslati (milleks võib olla 1 mm jämedune traat), teine aga lainelüliti vastava kontakti külge. Mähiste otste läbiviimiseks on varje põhjas vastavad augud. Varje kaanel on iga pooli kohal 8...10-mm läbimõõduga ava, millede kaudu saab reguleerida raudsüdamikke. Poolide komplekt koos varjega kinnitatakse generaatori šassii külge.

Kõik kasutatavad takistid võivad olla veerandvatised ja täpsusega $\pm 10\%$, välja arvatud takistid R_8 ja R_9, millede suurused ei tohi nimisuurusest kõrvale kalduda üle $\pm 5\%$. Viimase nõude mittetäitmisel võib katkeda võnkumine esimeses sagedusastmikus. Potentsiomeeter peab olema masstakistusega; traatpotentsiomeeter antud juhul ei kõlba. Kõigi kondensaatorite mahtuvused võivad nimisuurusest kõrvale kalduda $\pm 10...20\%$ piirides. On soovitav, et 5 asendiga ümberlüliti oleks keraamiline.

1,5 mm paksusest duralumiiniumplekist valmistatud šassii külge kinnitatakse poolide komplekt, pöördkondensaator ja lambipesad. Potentsiomeeter R_{11}, pesad *HS* ja *KS*, samuti lülitid K_1 ja K_2 paigutatakse generaatori esiplaadile, mis on valmistatud 2 mm paksusest alumiinium- või veel parem, duralumiiniumplekist.

Suur osa takisteid ja kondensaatoreid monteeritakse 25×60 mm suurusele hetinaksplaadile, mis on kinnitatud lambipesade lähedusse, šassii alla. Takisti R_{10} ja kondensaator C_6 joodetakse otseselt pesa *HS* klemmide külge.

Kokkumonteeritud signaalgeneraator paigutatakse vaheseinaga ning vastava suurusega metallkasti, mille esimeseks küljeks on generaatori esiplaat. Ühel pool vaheseina asetseb signaalgeneraator, teisel pool aga toitepatareid. Joonisel 65, *b* on näidatud signaalgeneraatori väliskuju.

Generaatori kontrollimine ja gradueerimine toimub järgmiselt: algul on tarvis kontrollida mõlema generaatori töökorras olekut. Selleks tuleb sisse lülitada lülitid K_1 ja K_2 ning asetada pessa *HS* peatelefonide või valjuhääldaja kontaktpistik. Kui sel puhul kuuldub ligikaudu 400-Hz sagedusega heli, on generaatori modulaatorosa korras. Lüliti K_1 väljalülitamisel peab heli kaduma.

Kõrgsagedusvõnkumiste avastamiseks tuleb väljepesa *KS* ühendada raadiovastuvõtja antennipuksiga ning seejärel kontrollida generaatori tööd kõigis astmikes.

Signaalgeneraatori korrasolekul tuleb asuda ta gradueerimisele, s. o. sagedusastmike piiride täpsustamisele standard-signaalgeneraatori abil. Selle puudumisel võib reguleerimist teostada ka raadiosaatjate järgi,

mille töösagedused on teada. Viimasel juhul ühendatakse generaatori välje vastuvõtja antennipuksiga, millesse peab olema ühendatud ka antenn. Gradueerimisel peab modulaator olema välja lülitatud. Pöördkondensaatori C_8 rootori pööramisel kuuldub vastuvõtjast iga raadiosaatja kohal vile. Täpsel häälestamisel saatja sagedusele vile kaob. Pöördkondensaatori skaalale märgitakse üksikute saatjate sagedused, mille tulemusena saadaksegi gradueeritud signaalgeneraator.

On selge, et gradueerimise teostamine standard-signaalgeneraatori abil on palju lihtsam, vähem aeganõudev ja täpsem.

Ostsillaator-resonantsindikaator. Väga tarvilikuks mõõteriistaks on raadiokorrastajale peale avomeetri veel nn. ostsillaator-resonantsindikaator. Nimetatud seadised kujutavad endast ühelambilisi endaergutusega generaatoreid, millede võrevooluringi on ühendatud kas osut- või optiline indikaator. Seesugused mõõteriistad võimaldavad teostada kõige mitmekesisemaid raadiotehnilisi mõõtmisi, nagu näiteks võnkeringide resonantsisageduse, induktiivsuste ja mahtuvuste määramist, poolide hindeteguri võrdlemist ning nende lühiskeerdude avastamist, koaksiaalkaabli lainetakistuse mõõtmist ja paljusid muid mõõtmisi raadiovastuvõtjate ning -saatjate juures.

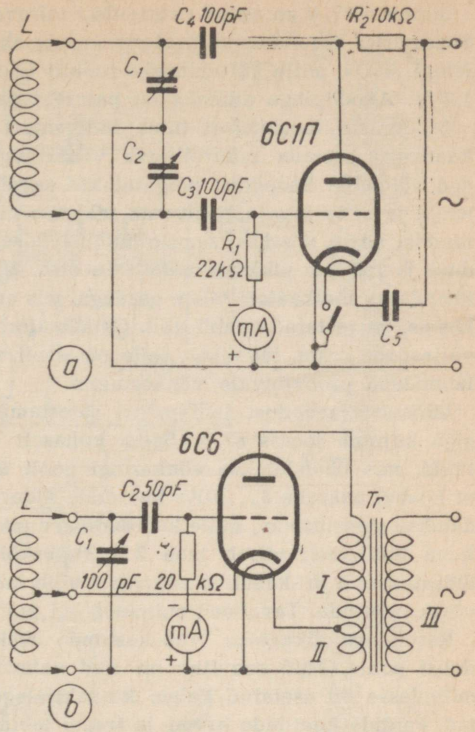
Lihtsaima ostsillaator-resonantsindikaatori skeem on toodud joonisel 66, *a*. Selle kohaselt on ostsillaatoris kasutatud mahtuvuslikku tagasisidestust ning lambi 6С1П toitmine anood- ja küttepingega toimub otseselt 220-V vahelduvvooluvõrgust. Kondensaator C_5 mahtuvusega 2 μF, mille tööpinge peab ületama võrgupinge 2...2,5 korda, piirab küttevoolu. Võrgupingel 127 V peab selle kondensaatori mahtuvuseks olema 4 μF.

Et kirjeldatavas resonantsindikaatoris lihtsuse mõttes ei kasutata võrgutrafot, siis on ta mõningad üksikosad pingestatud. Ohutuse tagamiseks tuleb kogu seadis paigutada isoleermaterjalist kesta ning häälestuskondensaatori C_1, C_2 võll isoleerida metallsassiist. Sellel võllil asetsev häälestusnupp valmistatakse heast isoleerainest, kusjuures nupu kinnituskruvi ots ei tohi ulatuda esiplaadini.

Liit-pöördkondensaatori C_1, C_2 lõppmahtuvuseks on mõlemal kondensaatoril 50 pF. Võreringi ühendatud mikroampermeetriks võib kasutada magnetelektrilist mõõteriista mõõteulatusega 250...500 μA.

Joonisel 66, *b* on antud kolmpunktlülituses ja võrgutrafost toidetava resonantsindikaatori skeem. Trafo kasutamine teeb seadise käsitsemise täiesti ohutuks.

Võrgutrafoks sobib ükskõik missugune jõutrafo võimsusega 20...25 W, mille sekundaarmähiste pingeks on 150 V ja 6,3 V. Tarviduse korral võib selle trafo valmistada ise järgmiste andmete kohaselt: raudsüdamik 4 cm² (soovitav kasutada plekilõikeid Ш-19, plekipaki paksus 2,1 cm), mähis *I* (anood) — 1800 keerdu traadist ПЭЛ 0,1, mähis *II* (küte) — 78 keerdu ПЭЛ 0,3. Kui resonantsindikaatorit toidetakse 220-V vahelduv-



Joon. 66. Lihtsaimate ostsillaator-resonantsindikaatorite skeemid:

a — mahtuvustagasisidestusega indikaator, b — kolmpunktlülituses indikaator.

vooluvõrgust, siis on mähisel *III* 2650 keerdu traadist ПЭЛ 0,12. Resonantsindikaatori reguleerimisel ja proovimisel võib osutuda vajalikuks ühendada lambi anood 500 . . . 5000-pF kondensaatori kaudu katoodiga.

Kuna joonisel 66, *a* ja *b* toodud skeemidel anoodringid toituvad vahelduvvooluga, siis toimub seadise poolt tekitatava kõrgsageduse moduleerimine võrguvooluga, mis indikaatori kasutamisel generaatorina kostab vastuvõtjas selge võrgumürana. Mõlemas indikaatoris võib magnetelektrilise mõõteriista ühendada ka anoodvooluringi, kuid sel puhul tuleb ta rööbistada 500 . . .1000-pF kondensaatoriga. Võretakisti alumine ots ühendatakse siis šassiiga, s. t. kütteniidi maandatud otsaga.

Joonisel 67, *a* kujutatud resonantsindikaatori skeem erineb eelmisest modulaatori olemasolu poolest, millena *RC*-generaatori lülituses töötab kaksiktrioodi 6Н3П parempoolne triood. Selle generaatori sagedus on põhiliselt määratav takistuste R_8, R_9 ja R_{10} suurustega ning kondensaatorite C_3, C_4 ja C_5 mahtuvustega. Joonisel toodud suuruste puhul on *RC*-generaatori sageduseks 1000 Hz.

Joonisel 67, *b* on antud patareidest toituva resonantsindikaatori skeem. Seesuguses resonantsindikaatoris kasutatakse trioodina töölerakendatud lampi 2П1П, mille küttepingeks rööbiti ühendatud kütteniitide puhul on 1,2 V. Anoodpinge allikaks on patareid pingega 40...60 V.

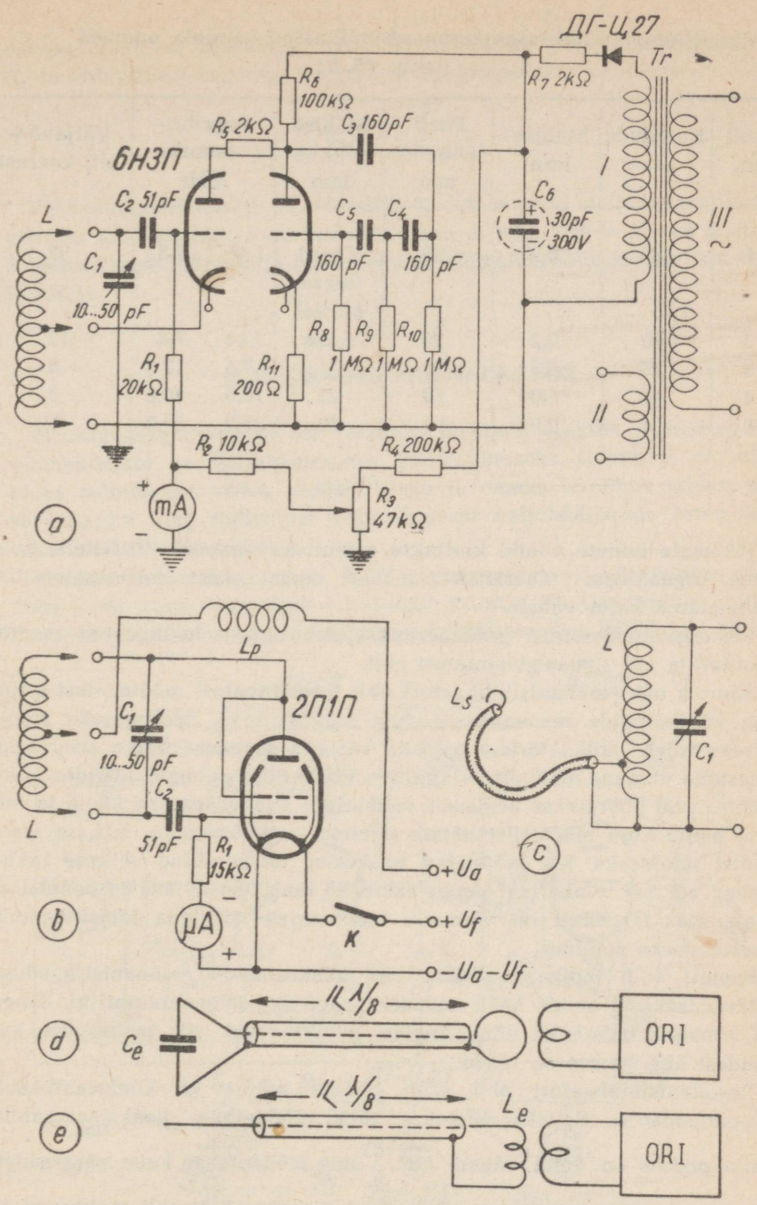
Mõõtmiste teostamisel tuleb indikaatori võnkeringi pool koos indikaatoriga asetada kontrollitava võnkeringi lähedusse. Alati pole see aga võimalik. Seepärast paigutatakse sageli indikaatori võnkering koos lambi ja selle juurde kuuluvate takistite ning kondensaatoritega alumiiniumist kesta, mis käsitsemise hõlbustamiseks on kinnitatud 7 mm jämeduse ja 150 mm pikkuse metalltoru otsa. Nimetatud ostsillaatorblokk on ühendatud indikaatori teiste osadega, mis asetsevad omaette alumiiniumkestas, varjestatud kaabli abil. Ostsillaatorbloki vahetatav pool paikneb väljaspool kesta, tavaliselt selle otsas nii, et oleks võimalik seda pooli lähendada proovitavale võnkeringile.

Lihtsamat moodust indikaatori sidestamiseks kontrollitava võnkeringiga kujutab joonis 67, *c*. Selle kohaselt kasutatakse koaksiaalkaabli tükki, mis ühendatakse võnkeringi pooli ühe otsa ja väljavõttega, nii et kaabel haaraks 5...10% keerdude üldarvust. Kaabli teise otsa ühendatakse sidestuspool, mille keerdude arv pikk- ja kesklaineil on 20...30, kuna lühilaineil piisab juba 2...3 ükskõik missuguse traadi keerust. Sidestuspooli ja -kaabli kasutamisel võib indikaatori graduatsioon mõnevõrra muutuda. Tavaliselt suureneb sel puhul sagedus 3...5% ulatuses.

Resonantsindikaatoris võib kasutada ükskõik missuguseid väiksemõõdulisi poole, kuid soovitav on nad valmistada kõvapapist silindritel, milledesse on asetatud kolme kontaktjalaga orgaanilisest klaasist põhjad. Poolide keerdude arvud ja traadi läbimõõt on antud alljärgnevates tabelites.

Mahtuvusliku tagasisidestusega resonantsindikaatorite poolide andmed (joon. 66, *a*)

Pooli nr.	Keerdude arv	Mähise-traat	Pooli läbimõõt mm	Mähise pikkus mm	Sagedus-astmik MHz
1	150	0,2	30	33	1,4...2,6
2	90	0,2	30	20	2,5...5,0
3	35	0,4	30	20	4,6...8,5
4	18	0,4	30	12	8,3...15,0
5	11	0,6	30	8	14,5...25,0
6	8	0,6	30	5	24,9...48,0
7	8	2,0	15	25	47,0...95,0
8	3	2,0	15	20	75,0...150,0



Joon. 67. Ostsillaator-resonantsindikaatorite lihtsamaid skeeme: *a* — modulaatoriga indikaator, *b* — patareitoitega indikaator, *c* — kaabelsidestusaas, *d* ja *e* — koaksiaalkaabli lainetakistuse määramine.

Kolmpunktlülituses resonantsindikaatori poolide andmed (joon. 66, *b*)

Pooli nr.	Keerdude arv	Mähise-traat	Pooli läbimõõt mm	Mähise pikkus mm	Sagedus-astmik MHz	Väljavõte alt, keerust
1	140	0,2	20	Keerd keeru kõrval	1,55 ... 3,5	32
2	40	0,2	20	sama	3,4 ... 7,8	12
3	25	0,5	20	„	7,5 ... 17,5	8
4	15	1,0	12	25	17,0 ... 40,0	5
5	4	2,0	12	10	37,0 ... 85,0	$1^1/_3$

Pikemate lainete poolid keritakse samuti kõvapapist silindritele, kuid kahe, orgaanilisest klaasist või mõnest muust heast isoleermaterjalist valmistatud ketta vahele.

Resonantsindikaatorit gradueeritakse kas täpselt häälestatud raadiovastuvõtja või signaalgeneraatori abil.

Suurem osa resonantsindikaatori abil teostatavatest mõõtmistest kujuneb võnkeringide resonantsisageduse määramiseks. Seesuguseks mõõtmiseks tuleb indikaatorisse asetada vastava sagedusastmiku pool ning sidestada viimane mõõtmisele kuuluva võnkeringi pooliga. Jälgides nüüd mõõteriista, pööratakse aeglaselt võnkeringi kondensaatorit ühele ja teisele poole kuni mõõteriist näitab minimaalset võrevoolu, mis on resonantsi tunnuseks. Kui mõõdetav võnkering on šunditud väikese takistusega või kui võnkeringi poolis esinevad lühiskeerud, siis resonantsi ei saavutata. Järelikult on võimalik indikaatorit kasutada lühiskeerdude avastamiseks poolides.

Samuti võib indikaatorit kasutada võnkeringide resonantsisageduse määramiseks ja nende häälestamiseks nagu signaalgeneraatoritki. Seega on võimalik mõõta ka võnkeringide induktiivsust või mahtuvust, kui nendest ühe suurus on teada.

Resonantsindikaatori abil saab lihtsalt mõõta ka koaksiaalkaabli laineimpedantsi. Selleks võetakse tükk mõõdetavat koaksiaalkaablit, mille pikkus on veidi vähem kui $\frac{\lambda}{8}$ning mõõdetakse kahe võnkeringi resonantsisagedust. Esimese võnkeringi moodustab kaabli mahtuvus ja etalooninduktiivsus L_e, teise aga kaabli induktiivsus ja etaloonmahtuvus C_e. Viimasel juhul on juhe, mis ühendab kaabli varjet ja sisemist soont, ühtlasi ka sidestusaasaks (joon. 67, *d* ja *e*). Seejärel arvutatakse

esimese ja teise võnkeringi resonantsisageduste järgi kaabli mahtuvus C_k ja induktiivsus L_k ning leitakse ta laineimpedants valemiga

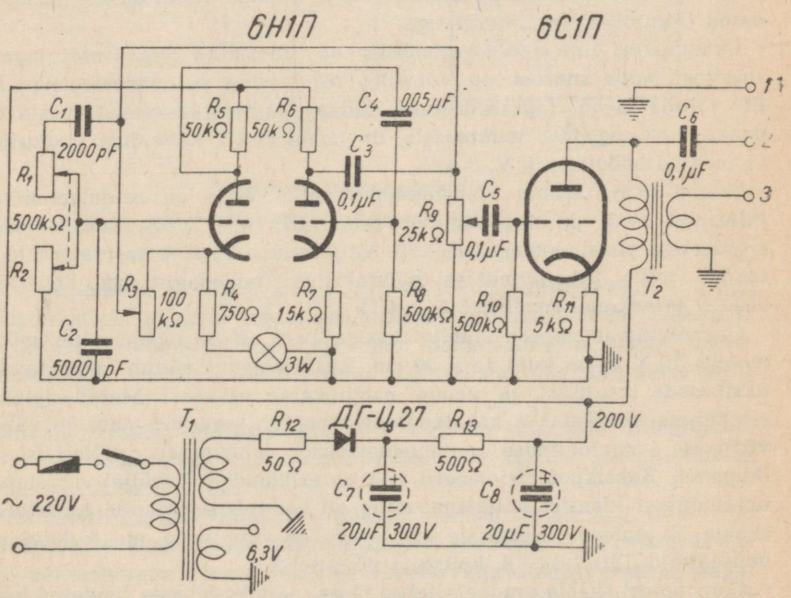
$$Z_k = \sqrt{\frac{L_k}{C_k}} .$$

Resonantsindikaatorit on võimalik kasutada veel paljudeks mitmesugusteks mõõtmisteks, kuid raamatu ruum ei luba nende juures peatuda. Kogenud raadiokorrastaja leiab ise uusi võimalusi selle mõõteriista kasutamiseks.

9. HELISAGEDUSGENERAATOR

Helisagedusgeneraator on raadiokorrastajale vajalik madalsagedusvõimendajate ja valjuhääldajate kontrollimiseks. Soovitav on, et ta oleks mõõtmetelt väike, kaalult kerge ja omaks täielikus laiuses helisagedusriba ning küllaldast väljevõimsust valjuhääldajate kontrollimiseks ilma lisavõimendajata.

Nendele nõuetele vastava helisagedusgeneraatori elektriline skeem koos üksikosade suurustega on toodud joonisel 68. Generaatori toiteosa koosneb võrgutrafost T_1, suunajast — kristalldioodist ДГ-Ц27 ja silumis-



Joon. 68. Helisagedusgeneraatori skeem.

filtrist. Viimase elementidena töötavad takisti R_{13} ja elektrolüütkondensaatorid C_7 ja C_8. Et generaatoris kasutatavate lampide kütte- ja anoodvõimsused on väikesed, siis isevalmistatud võrgutrafo mõõtmed ei kujune kuigi suureks.

Sõrmlamp 6H1П töötab *RC*-lülituses helisageduse ostsillaatorina, mille sagedusriba laius sõltub kondensaatorite C_1 ja C_2 mahtuvustest:

C_1 pF	C_2 pF	Sagedusriba Hz
2000	5 000	75 . . . 30 000
7000	10 000	50 . . . 25 000
12 000	15 000	25 . . . 15 000

Alumine ja ülemine sageduspiir on vähesel määral sõltuv veel lambi 6H1П parameetritest, kusjuures väljevõimsus jääb kogu sagedusriba ulatuses peaaegu püsivaks.

Sageduse sujuv muutmine toimub kaksikpotentsiomeetri R_1—R_2 abil (kumbki 0,5 MΩ). Sellise potentsiomeetri võib koostada kahest üksikust teineteise taha asetatud potentsiomeetrist, millede võllid on kokku ühendatud *U*-kujulise metallnurgikuga.

Ostsillaatori töö stabiliseerimiseks on kasutatud negatiivset tagasisidestust, mille suurust on võimalik reguleerida potentsiomeetriga R_3. Et vältida selle tagasisidestuse tülikat järelreguleerimist vastavalt generaatori sageduse muutmisele, on lambi 6H1П katoodide vooluringi ühendatud hõõglamp 6 V, 3 W.

Triood 6C1П töötab võimendajana, mille välje on madalaoomiline (klemmid *1*—*3*) ja kõrgeoomiline (klemmid *1*—*2*). Väljevõimsust saab reguleerida potentsiomeetri R_9 abil. Väljetrafona T_2 võib kasutada tehase toodet, mille primaarmähise näivtakistus (impedants) on ligikaudu 7000 Ω ja sekundaarmähisel 3 . . . 4 Ω.

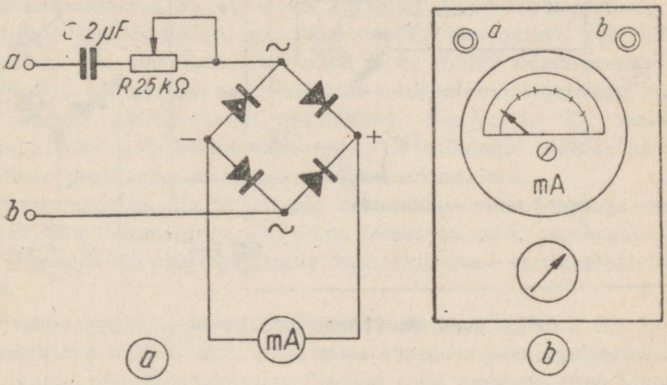
Generaatori üksikosad kinnitatakse ta kasti esi- ja tagaplaadile, mõõtmetega 15 × 15 cm kuni 15 × 20 cm. Kasti sügavus sõltub kasutatavate üksikosade suurusest ja nende paigutamise oskusest. Metallesiplaadi siseküljele kinnitatakse kaksikpotentsiomeeter, tagasisidestuse ja väljevõimsuse reguleerimise potentsiomeetrid, lambipesad, väljetrafo ja -klemmid. Kaksikpotentsiomeetri võll on esiplaadi välisküljel varustatud orgaanilisest klaasist näitajaga, mille all asetseb esiplaadile kinnitatud skaala. Tagaplaadi siseküljele monteeritakse võrgutrafo, elektrolüütkondensaatorid, filtertakistid, kaitse ja võrgulüliti.

Generaatori skaala gradueeritakse täpse, näiteks tehases toodetud helisagedusgeneraatori järgi.

10. VÄLJEMÕÕTJA

Üldiselt. Raadiovastuvõtja väljepinge kõrgus sõltub ta sisendpinge suurusest ja vastuvõtja tundlikkusest. Kindla sisendpinge puhul on aga väljepinge sõltuv ainult vastuvõtja häälestuse täpsusest. Sellest järeldub, et väljepinge järgi on võimalik teostada vastuvõtja häälestamist ja muid reguleerimisi.

Väljeindikaator. Kui ei ole tarvis mõõta vastuvõtja väljepinget voltides, siis võib ta häälestamiseks suure eduga kasutada ehituselt lihtsat väljeindikaatorit. Joonisel 69, *a* on toodud seesuguse indikaatori elektriline skeem. Vastavalt viimasele koosneb indikaator magnetelektrilisest milliampermeetrist mõõteulatusega 1 mA, vaskoksüüd-sildsuunajast, potentsiomeetrist takistusega 25 kΩ ja kondensaatorist mahtuvusega 2 μF.



Joon. 69. Väljeindikaator:
a — skeem, *b* — esiplaat.

Potentsiomeeter *R* toimib antud skeemis eeltakistusena, mille suuruse muutmisega on võimalik muuta mõõteriista tundlikkust. Kondensaator *C* on ette nähtud võimsusvõimendaja lambi alalisvoolu komponendi tõkestamiseks, mis vastasel korral satuks mõõteriista ning koormaks selle üle.

Indikaatori üksikosad kinnitatakse 9 × 12 cm suurusele isoleerainest või alumiiniumist esiplaadile, mis asetatakse kaldu puldikujulisele vineer- või metallkarbile.

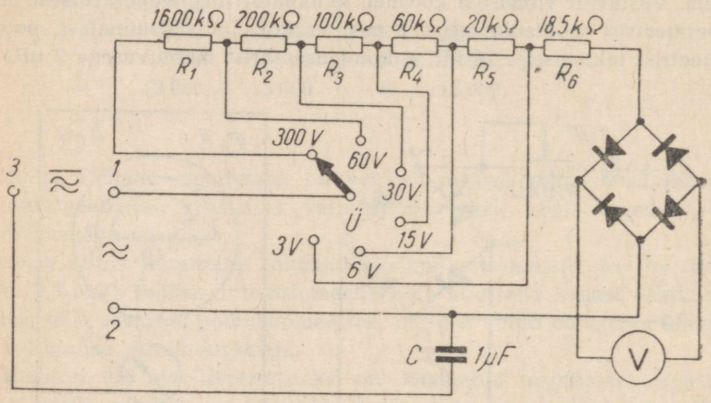
Indikaatori esiplaadi kuju on näidatud joonisel 69, *b*.

Mõõtmiseks ühendatakse väljeindikaatori klemmid *a* ja *b* kas vastuvõtja väljumistrafo primaarmähisega või lisavaljuhääldaja pistikupesaga.

Väljemõõtja. Ülalkirjeldatud väljeindikaatorit saab kasutada ainult vastuvõtja häälestamisel. Kui aga on tarvilik määrata vastuvõtja tund-

likkust, selektiivsust või väljevõimsust, peab väljemõõtja näitama pinget voltides. Niisuguse väljemõõtja teoreetiline skeem on antud joonisel 70, mille kohaselt ta koosneb magnetelektrilisest mikroampermeetrist mõõteulatusega 150 μA ja sisetakistusega 1500 Ω, vaskoksüüd-sildsuunajast (näiteks kahest BK-07-tüüpi suunajast), ümberlülitist *Ü*, takistitest $R_1 \ldots R_6$ ja kondensaatorist *C*.

Ümberlüliti *Ü* abil on võimalik ühendada vastav arv eeltakistustena toimivaid takisteid järjestikku mikroampermeetri vooluringi. Sellega saavutatakse mõõteriista kui voltmeetri mõõteulatuseks 3, 6, 15, 30, 60 ja 300 V.



Joon. 70. Väljemõõtja skeem.

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*.

Väljemõõtja gradueerimiseks kasutatakse võimalikult suure tundlikkuse ja täpsusklassiga vahelduvvoolu-voltmeetrit (näiteks astaatilist voltmeetrit). Gradueerimist teostatakse 50-Hz sagedusega võrgupinge abil.

11. KATOODKIIREOSTSILLOSKOOP

Üldiselt. Raadioalaste mõõtmiste juures omab katoodkiireostsilloskoop üha suuremat tähtsust, sest ta võimaldab visuaalselt jälgida raadioaparatuuri mitmesuguseid tööprotsesse. Näiteks on võimalik eriseadmete kasutamisel katoodkiireostsilloskoobiga jälgida vahesageduse ribafiltri resonantskõvera kuju muutumist vahesagedusastme häälestamisel,

uurida elektronlampide tunnusköveraid, sobitustrafode ja helisagedusvõimendajate moonutusmäära jne. Katoodkiireostsilloskoop leiab kasutamist mitte ainult raadiotehnikas, vaid ka paljudes teistes tehnika- ja teadusharudes, näiteks mehaanikas ja arstiteaduses.

Lihtne katoodkiireostsilloskoop. Allpool kirjeldatav ostsilloskoop on oma ehituselt ja väljareguleerimiselt väga lihtne ning ta võimaldab vaadelda vahelduvvoolusid sagedusega 25 Hz kuni 100 kHz.

Ostsilloskoobi elektriline skeem on antud joonisel 71. Ta koosneb katoodkiiretorust, vertikaalvõimendajast (lamp EL_1), hammaspinge generaatorist (lambid EL_2 ja EL_3) ja toiteosast. Ostsilloskoobis võib kasutada ükskõik missugust elektrostaatilise hälvitusega katoodkiiretoru ekraani läbimõõduga 50...100 mm.

Vertikaalvõimendaja kujutab endast tavalist takistussidestuses madalsagedusvõimendajat, milles kasutatakse lampi EL_1 (6Ж7). Juhul kui selle lambi katoodtakisti R_4 ei oleks šunditud kondensaatoriga C_k, tekiks negatiivne tagasisidestus, mis vähendaks võimendatava signaalikõvera moonutusi. Kui aga ühendada takisti R_4-ga rööbiti kondensaator mahtuvusega 20...30 pF, siis suureneb küll veidi kõvera moonutus, kuid seeeest tõuseb ostsilloskoobi tundlikkus. Suuremate C_k mahtuvuste (5000...10 000 pF) kasutamisel tasandub mõningal määral kõrgemate sageduste piirkonnas võimendaja sagedustunnusjoon.

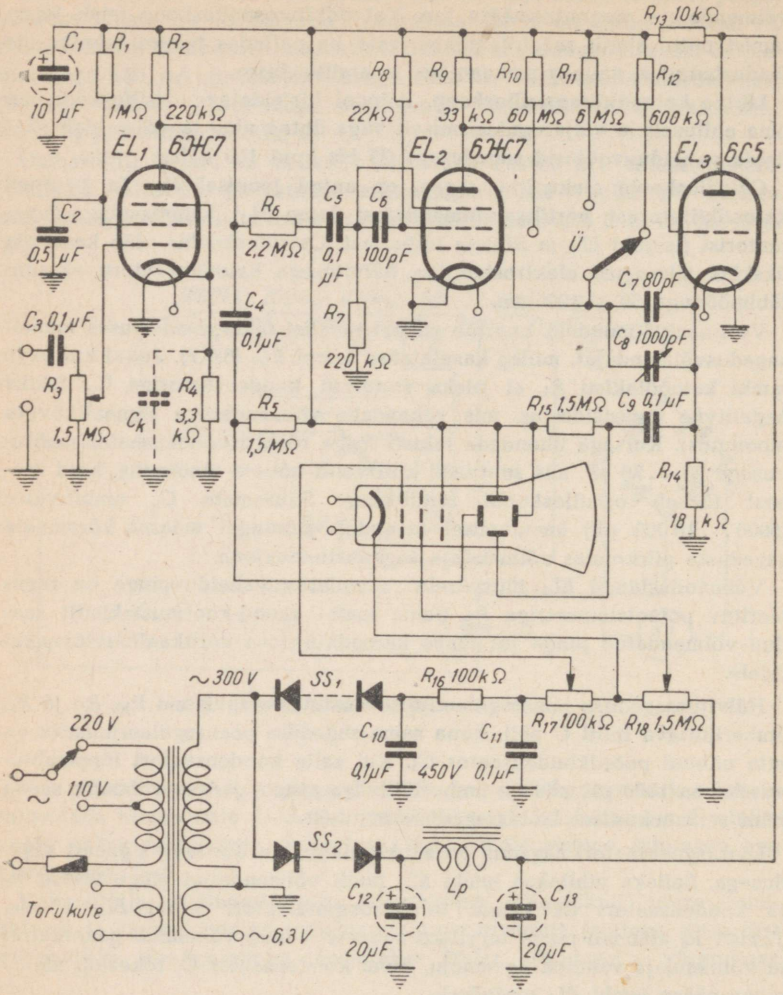
Võimenduslambi EL_1 tüürvõrele rakendatav vahelduvpinge on reguleeritav potentsiomeetriga R_3. Sama lambi anood-koormustakistilt saadud võimendatud pinge juhitakse katoodkiiretoru vertikaalhälvitusplaatidele.

Hälvitussageduse jämereguleerimist teostatakse takisteid R_{10}, R_{11} ja R_{12} ümberlülitava lüliti U abil, kuna sama sageduse peenreguleerimiseks on ette nähtud pöördkondensaator C_8. Kui selle kondensaatori lõppmahtuvuseks on 1000 pF, siis on ümberlüliti iga asendi juures võimalik saada kuni seitsmekordset laotussageduse muutust.

Laotusgeneraatori sagedus on sünkroniseeritav uuritava signaali sagedusega. Selleks juhitakse lambi EL_1 poolt võimendatud pinge takisti R_6 ja kondensaatori C_5 kaudu transitrongeneraatori lambi EL_2 võrele. Takisti R_6 alandab pinge tarviliku suuruseni ning vähendab generaatori ja võimendaja vahelist koosmõju, kuna kondensaator C_5 tõkestab alalispinge pääsu lambi EL_2 varivõrele.

Potentsiomeetri R_{17} abil on võimalik muuta kujutise heledust, R_{18} abil aga ta teravust.

Ostsilloskoobi toiteosa koosneb kahest ühise transformaatoriga poolperioodalaldajast, milledest üks (SS_1) toidab katoodkiiretoru juht- ja teravustamiselektroode, teine (SS_2) aga lampide anood- ja varivõrevooluringe ning katoodkiiretoru teist anoodi. Alaldaja SS_1 suunaja koosneb 35...40 seleenkettast. Suunajas SS_2 on 30 seleenketast läbimõõduga 18 mm.



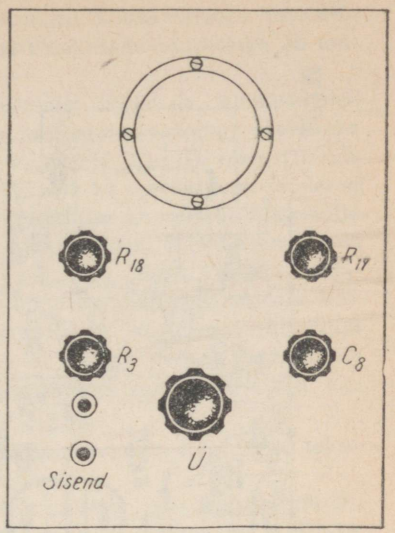
Joon. 71. Lihtsa katoodkiireostsilloskoobi skeem.

Jõutrafol on kolm sekundaarmähist, milledest üks on arvestatud pingele 300 V, teine ja kolmas kasutatava katoodkiiretoru ja lampide küttepingele. Selle trafo võimsuseks on 20 ... 25 W ning südamiku ristlõikeks vähemalt 6 cm².

Katoodkiiretoru juht- ja teravustamiselektroodile antavat pinget silutakse filtris, mis koosneb kondensaatoritest C_{10} ja C_{11} ning takistist R_{16}. Suunaja SS_2 poolt alaldatud pinget silutakse elektrolüütkondensaatorite C_{12} ja C_{13} ning paispooli L_p abil. Viimasena võib kasutada ka 1,5 ... 2-kΩ takistit.

Ostsilloskoop on monteeritud šassiile, mille külge on kinnitatud esiplaat. Väliste elektri- ja magnetväljade mõju kõrvaldamiseks on katoodkiiretoru paigutatud 2 ... 3 mm paksuse seinaga terasvarjesse. Sellena võib kasutada vastava läbimõõduga raudtoru, mille üks ots on pinnimisega avardatud. Joonisel 71a on toodud ostsilloskoobi esiplaadi kuju.

Jõutrafo magnetväljade mõju vähendamiseks tuleb trafo asetada torust võimalikult kaugemale ja nii, et ta hajuvväljade tugevus toru suunas oleks minimaalne.



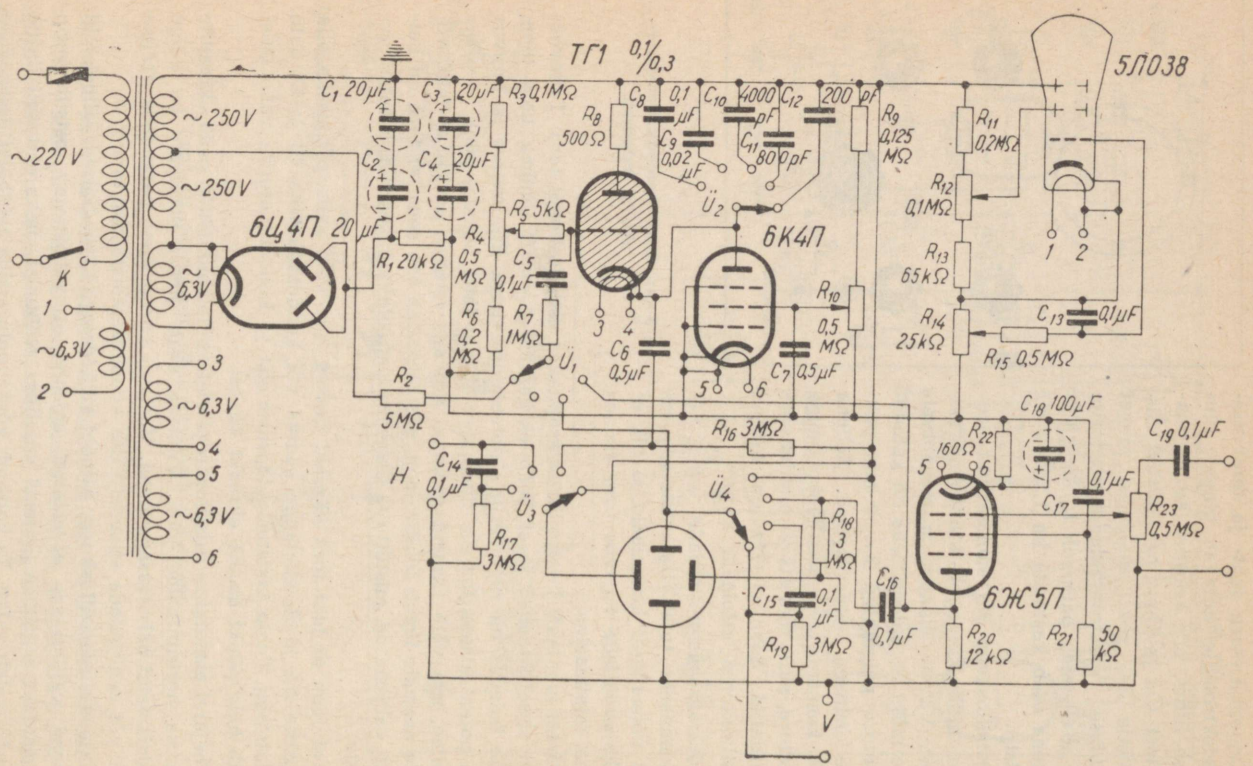
Joon. 71a. Katoodkiireostsilloskoobi esiplaat.

Pärast montaaži kontrollimist asetatakse ostsilloskoopi toru. Toitevoolude sisselülitamise järel peab ekraani keskpunkti ilmuma hele täpp, mille heledus on reguleeritav potentsiomeetriga R_{17}, suurus ja teravus aga potentsiomeetriga R_{18}. Seejuures ei tohi jätta heledat punkti kauaks püsima, mis võib ekraani rikkuda. Kui aga teravat punkti ei teki või selle asemele ilmub lühike joon, siis tähendab see seda, et toru on halvasti varjestatud, mistõttu ta hälvitusplaatidele indutseeritakse vahelduvpinge.

Kui täpp ei teki toru ekraani keskel, siis võib selle põhjuseks olla takistite R_{15} ja R_5 ebatäpne suurus või kondensaatorite C_4 ja C_9 halb isolatsioon. Peale takistuste täpsustamist ja kondensaatorite vahetamist peab hele punkt asuma ekraani keskel.

Seejärel asetatakse ostsilloskoopi elektronlambid. Nüüd peab ekraanile ilmuma horisontaalne joon. Viimane peab olema liikumatu ka kõige madalamatel hälvitussagedustel. Vastasel korral tuleb parandada varjestust või suurendada silumisfiltrite kondensaatorite mahtuvust.

Katoodkiireostsilloskoop. Allpool kirjeldatava katoodkiireostsilloskoobi skeemi valikul on arvestatud asjaolu, et valmistatav ostsilloskoop võimaldaks sooritada paljusid vajalikke mõõtmisi, oleks ehituselt lihtne ja mõõtmetelt väike. Ta koosneb võrguvoolu alaldajast, hälvitussageduse



Joon. 72. Katoodkiireostsilloskoobi skeem.

generaatorist, uuritava pinge võimendajast ja sünkroniseerimisseadisest. Ostsilloskoobis on kasutatud katoodkiiretoru 5Л038 ekraani läbimõõduga 53 mm ja ta elektriline skeem koos üksikosade suurustega on toodud joonisel 72.

Alaldaja koosneb võrgutrafost, kenotronist 6Ц4П ja silumisfiltrist. Viimase üksikosadeks on filtertakisti R_1 ja kõrgema tööpinge saamiseks järjestikku ühendatud elektrolüütkondensaatorid C_1—C_2 ning C_3—C_4. Võrgutrafo võib valmistada kodusel teel. Sobib ka tehase poolt toodetud trafo, mille poolil on ruumi kahe lisa-küttemähise kerimiseks ning mille anoodmähiste pinge ulatub 250 voldini. Alaldajalambi 6Ц4П asemel, mis on rakendatud tööle poolperioodsuunajana, võib eduga kasutada sobivat seleensuunajat. Sel korral langeb võrgutrafo küttemähiste arv kolmeni. Erinevalt tavalistest alaldajate skeemidest on käesoleval juhul kõrgepinge pluss ühendatud šassiiga, s. o. maaga. Sellega omavad ka kõik hälvituspinge seadise elemendid ühepoolselt maa potentsiaali, mis tagab ostsilloskoobi stabiilset tööd.

Katoodkiiretorule vajalike pingete rakendamiseks on ette nähtud takistitest R_{11}, R_{12}, R_{13} ja R_{14} koosnev pingejagaja.

Negatiivne eelpinge toru tüürvõrele saadakse potentsiomeetris R_{14} tekkinud pingelangu arvel. Nimetatud potentsiomeetriga on võimalik reguleerida kujutise heledust. Potentsiomeetriga R_{12} reguleeritakse toru anoodile rakendatud pinget ja seega kujutise teravust.

Hälvitussagedusgeneraatoris kasutatakse gaastrioodi (tiratroni) ТГ1—0,1/0,3 ja pentoodi 6К4П. Gaastrioodi anoodringis on viis kondensaatorit $C_8 \ldots C_{12}$, mille ümberlülitamisega saab astmeliselt muuta laotuspinge sagedust. Sama sageduse sujuvaks reguleerimiseks kasutatakse potentsiomeetrit R_{10}. Potentsiomeetriga R_4 reguleeritakse gaastrioodi võrele antavat eelpinget ja koos sellega ka laotuspinge amplituudi. Ümberlüliti U_1 abil on võimalik teostada sünkroniseerimist kas võrgu- või mõõtesagedusliku pingega.

Madalate sisendpingete kuju uurimiseks tuleb neid eelnevalt võimendada. Selleks kasutatakse võimendajat, milles on rakendatud tööle suure tõusuga pentood 6Ж5П. Võimendaja sisendpinget saab reguleerida potentsiomeetri R_{23} abil. Sobiva võimenduspentoodi kasutamise ja üksikosade suuruste sobiva valiku tulemusena võimaldab kirjeldatava ostsilloskoobi võimendaja jälgida veel üle 600-kHz sagedusega vahelduvpingete kõveraid.

Ümberlülitite U_3 ja U_4 abil on võimalik toru horisontaal- või vertikaalhälvitusplaate ühendada šassiiga, rakendada neile uuritav pinge otseselt või kondensaatori kaudu, ühendada horisontaalhälvitusplaadid laotussagedusgeneraatoriga või vertikaalplaadid võimendajaga.

Ostsilloskoobi ehitamisel tuleb eriti pöörata tähelepanu üksikosade otstarbekale paigutamisele, mis koos üksikosade suurusega on seadise välismõõtmete määrajaks. Šassii, esiplaat ja kast tuleb tingimata valmis-

tada 1,5 ... 2 mm paksusest alumiinium- või terasplekist. Et vältida võrgutrafo magnetväljade häirivat mõju katoodkiiretorule, on soovitav asetada trafo 2 mm paksusest terasplekist valmistatud varjesse. Samuti on tarvilik katoodkiiretoru ümbritseda vastava pikkuse ja läbimõõduga torukujulise terasvarjega.

12. ELEKTRONLAMPIDE PROOVISEADIS

Suur hulk raadiovastuvõtjas esinevatest riketest on põhjustatud vigastest või üldse mittetöötavatest elektronlampidest. Elektronlampide peamised rikked on järgmised:

emissioonvoolu vähenemine või täielik kadumine;

elektroodidevaheline lühis;

elektroodide ühenduse katkemine (näiteks keevitusdefektide tõttu);

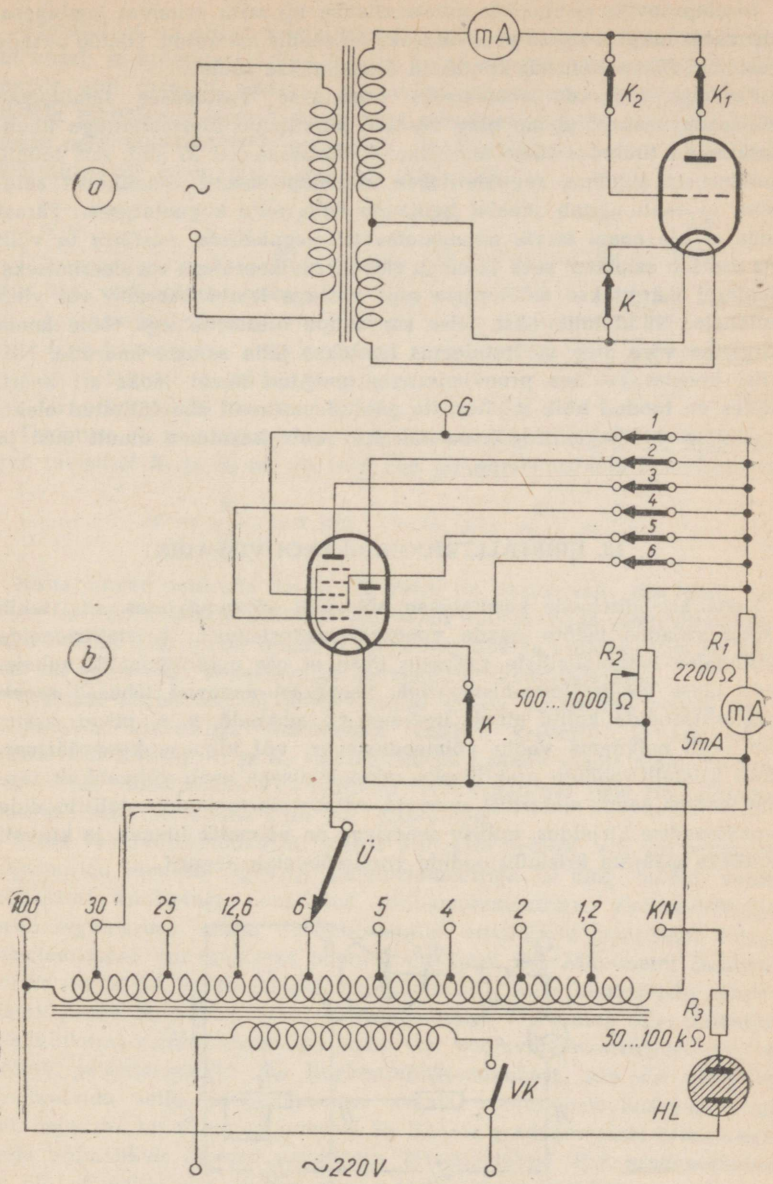
väike isolatsioonitakistus hõõgniidi ja katoodi vahel kaudselt köetavatel lampidel.

Nende lambivigade kiireks ja kindlaks avastamiseks peab raadiokorrastaja mõõteseadmete komplekti kahtlematult kuuluma ka elektronlampide proovija.

Alljärgnevalt kirjeldatakse lihtsa, kuid täiesti oma otstarvet täitva lambiproovija ehitust. Selles proovijas rakendatakse vastavalt joonisele 73, *a* lamp madaldatud anoodpinge juures tööle alaldajana. 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 anoodvoolu 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 headuse määramiseks on ette nähtud lüliti *K*. Kui selle lüliti avatud olekus näitab milliampermeeter voolu, on katoodi ja hõõgniidi vaheline isolatsioon halb.

Joonise 73, *b* kohaselt koosneb lambiproovija transformaatorist, mille sekundaarmähisest on tehtud rida väljavõtteid mitmesuguse suurusega küttepingete ja 30-V anoodpinge jaoks.

Anoodvooluringis asetseb milliampermeeter tundlikkusega 1 ... 10 mA, millega on järjestikku ühendatud takisti R_1. Viimase takistus sõltub mõõteriista tüübist ja on seda suurem, mida tundlikum on mõõteriist. 5-mA mõõtepiirkonnaga milliampermeetri puhul on selle takisti suuruseks 2200 Ω. Nimetatud takisti on ette nähtud anoodvoolu piirajana. Rööbiti milliampermeetriga on ühendatud 500 ... 1000-Ω takistusega potentsiomeeter, mille abil on võimalik muuta mõõteriista tundlikkust. Umberlüliti *U* asendis *KN* näitab huumlamp *HL* proovitava lambi kütteniidi korrasolekut. Lambi üksikute elektroodide sisse- või väljalülitamiseks kasutatakse kuut survelülitit.



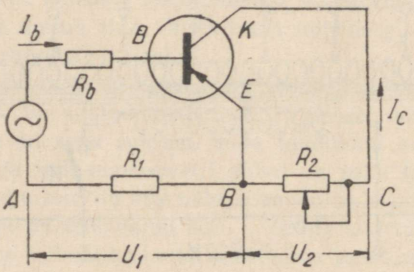
Joon. 73. Elektronlampide proovija:
a — põhimõtteskeem, *b* — elektriline skeem.

Lambiproovija esiplaadile monteeritakse nii mitu erinevat lambipesa, kui mitut tüüpi lampide proovimiseks on seadis määratud. Nende pesade vastavad (ühenimelised) kontaktid ühendatakse rööbiti.

Proovija töökorda seadmiseks asetatakse vastavasse lambipessa võimsaim vastuvõtulamp ning vastava survenupu ülestõstmisega ühendatakse ta tüürvõre tööle anoodina. Potentsiomeetri R_2 abil, mis toimib mõõteriista šundina, reguleeritakse milliampermeetri tundlikkust selliseks, et osuti näitab skaalal ligikaudu 90% selle koguulatusest. Pärast seda ei ole enam tarvis potentsiomeetrit reguleerida, mistõttu ta võlli ots asetseb esiplaadi sees ja omab sälgu kruvikeerajaga reguleerimiseks. Seejärel märgitakse mõõteriista näit vastava lambi kaardile või vihikulehele. Nüüd lülitatakse teise survenupu ülestõstmisega 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.

13. KRISTALLTRIOODIDE PROOVISEADIS

Kuna kristalltrioode kasutatakse põhiliselt võimendajates, siis tekib sageli vajadus mõõta nende vooluvõimendustegurit. Kristalltrioodide töötlemise tehnoloogiliste raskuste tõttu ei ole neid võimalik valmistada täpse vooluvõimendusteguriga. Seepärast annavad tehased sageli kristalltrioodide kohta ainult ligikaudseid andmeid, s. o. piirid, milledes peab paiknema voolu võimendustegur, või viimase keskväärtuse. Kuid kristalltrioodide praktiliseks rakendamiseks peab võimalikult täpselt teadma nende elektrilisi andmeid. Allpool on toodud kristalltrioodide prooviseadise kirjeldus, millise seadisega on võimalik lihtsalt ja kiiresti kindlaks määrata kristalltrioodide vooluvõimendustegurit.



Joon. 74. Kristalltrioodide prooviseadise põhimõtteskeem.

Joonisel 74 on antud kristalltrioodide prooviseadise põhimõtteskeem. Et baasi- ja kollektorivoolud I_b *ning* I_c on nõrgad, siis ei ole võimalik nende abil otseselt määrata vooluvõimendustegurit. Otstarbekam on mõõta pingelangu tuntud suurustega takistites ning siis arvutuse teel leida neid takisteid läbinud voolud. Emitterlülituse puhul määratakse kristalltrioodi vooluvõimendustegur järgmiselt:

$$\alpha' = \frac{I_c}{I_b}; \quad I_c = \frac{U_2}{R_2}; \quad I_b = \frac{U_1}{R_1}; \quad \alpha' = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{U_2}{U_1},$$

kus α' — vooluvõimendustegur;
I_c — kollektorivool;
I_b — baasivool;
U_1 — takistil R_1 tekkiv pingelang;
U_2 — takistil R_2 tekkiv pingelang.

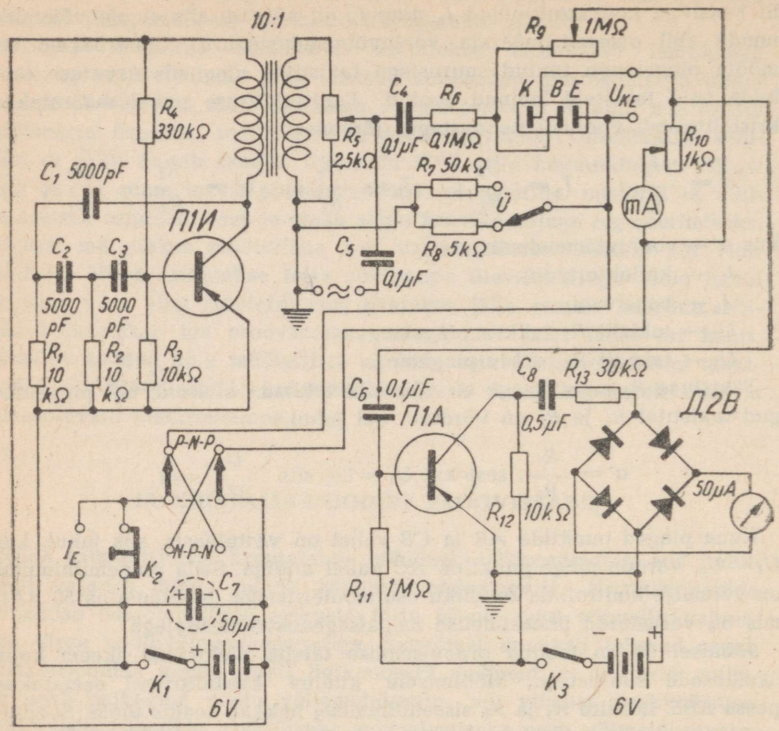
Takistuse R_2 muutmisega on võimalik tekitada olukord, mil pingelangud takistitel R_1 ja R_2 on võrdsed. Sel juhul

$$\alpha' = \frac{R_1}{R_2}, \text{ sest kui } U_1 = U_2, \text{ siis } \frac{U_2}{U_1} = 1.$$

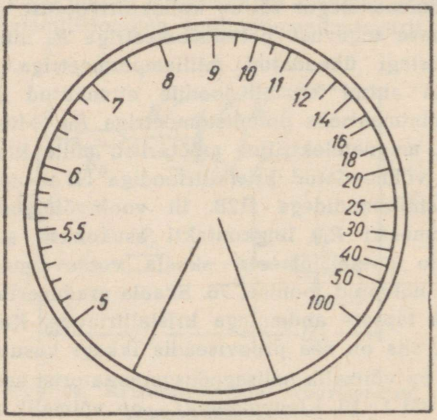
Kuna pinged punktide *AB* ja *CB* vahel on vastufaasis, siis juhul, kui $U_1 = U_2$, võrdub pinge punktide *AC* vahel nulliga. Seda pingemiinimumi on võimalik kontrollida tundliku osutmõõteriistaga (mõõteulatus 50 μA), mis on varustatud üheastmelise madalsagedusvõimendajaga.

Joonisel 75 on toodud prooviseadise täielik elektriline skeem koos üksikosade suurustega. Mõõtmisele kuuluv kristalltriood asetatakse pessa *KBE*. Lülitite K_1 ja K_3 sisselülitamisel hakkab seadis tööle. Seejuures töötab vasakpoolne kristalltriood П1И sagedusel 1000 Hz helisagedusgeneraatorina, andes kuni 1-V väljepinget.

Kuna vooluvõimendustegur sõltub kollektorivoolust, siis on võimalik reguleerida viimase tugevust potentsiomeetriga R_9 ning mõõta voolu kollektori vooluringi ühendatud milliampermeetriga. Kollektorivoolu peab reguleerima antud kristalltrioodile ettenähtud suuruseni. Pinge reguleeritakse minimaalseks potentsiomeetriga R_{10}. Miinimumi indikaatoriks on 50-μA magnetelektriline mõõteriist, mille klemmidele rakendatav pinge on võimendatud kristalltrioodiga П1А ning siis alaldatud sildlülituses kristalldioodidega Д2В. Et vooluvõimendusteguri suurus sõltub potentsiomeetri R_{10} liugkontakti asukohast, siis on võimalik gradueerida selle potentsiomeetri skaala vooluvõimendusteguri järgi nii, nagu see on näidatud joonisel 76. Skaala gradueerimisel tuleb kasutada võimalikult täpsete andmetega kristalltrioode. Kui gradueerimine ei ole võimalik, siis on see prooviseadis ikkagi kasutatav võrdlejana. Ümberlülitiga *U* on võimalik helisagedusgeneraatorist saada pinget vahekorras kas 1 : 1 või 1 : 10. Klemmidelt U_{CE} on võimalik mõõta kollektori ja emitteri vahelist pinget.



Joon. 75. Kristalltrioodide prooviseadise elektriline skeem.



Joon. 76. Kristalltrioodide prooviseadise vooluvõimendusteguri skaala.

III peatükk

MÕÕTMISTEHNIKA

1. ÜLDISELT

Elektri osutmõõteriistu liigitatakse nende ehituse, mõõdetava suuruse liigi ja täpsuse järgi. Ehituse järgi kasutatakse põhiliselt magnetelektrilisi, elektromagnetilisi, detektor- ja termoelektrilisi osutmõõteriistu.

Magnetelektrilised mõõteriistad on tundlikumaid mõõteriistu, mistõttu nad leiavad laialdast kasutamist. Nimetatud mõõteriistade tundlikkus kogu skaala piirides võib ulatuda kuni 5 μA ja 1 mV. Magnetelektriliste mõõteriistade eeliseks on veel nende võrdsete jaotustega skaala ning väike võimsusetarvitus. Nende puuduseks on see, et nad kõlbavad ainult alalisvoolu mõõtmiseks ning on tundlikud ülekoormustele.

Kui koos magnetelektrilise mõõteriistaga rakendada mõõteskeemi pooljuhtsuunaja, näiteks vaskoksüüdalaldaja, siis on võimalik selle mõõteriistaga mõõta ka vahelduvvoolu sagedusega 30 . . . 10 000 Hz. Selliseid suunajaga magnetelektrilisi mõõteriistu nimetatakse ventiilmõõteriistadeks. Viimaste skaala ei ole enam võrdeline ning nad on väiksema tundlikkuse ja täpsusega kui suunajata magnetelektrilised mõõteriistad. Ventiilmõõteriist leiab raadiokorrastaja juures testrina laialdast kasutamist.

Kui rakendada koos magnetelektrilise mõõteriistaga tööle termoelement, siis saadakse termoelektriline mõõteriist, millega saab mõõta kõrgsagedusvoolu. Selle mõõteriista skaala on ligikaudu kvadraatne, s. o. skaala alguses on jaotused väga väikesed, 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.

Mõõdetava suuruse liigi järgi kasutatakse raadiotehnilisteks mõõtmisteks peamiselt voltmeetreid, ampermeetreid ja oommeetreid. Elektrodünaamilisi ja induktsioonsüsteemilisi vattmeetreid, elektrostaatilisi voltmeetreid jt. mõõteriistu raadiomõõtmisel üldiselt ei rakendata.

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 negatiivne, 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 $\pm 2{,}5\%$ 300 voldist, s. o. $\pm 7{,}5$ V. Sama skaalaga voltmeetril täpsusklassiga 0,1 ei tohi mõõteviga ületada $0{,}1\%$ 300-st, s. o. $\pm 0{,}3$ V. Täpsusklassi arv on toodud iga mõõteriista skaalal ümbritsetuna musta sõõriga.

2. PINGE MÕÕTMINE

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

Kui pinge mõõtmiseks rakendatakse tavalist mõõteriista (magnetelektrilist, elektromagnetilist, termoelektrilist, detektor- või elektrodünaamilist mõõteriista), siis pinge mõõtmine kujuneb põhiliselt voltmeetrit läbiva nõrga voolu mõõtmiseks. Mida kõrgem on pinge voltmeetri klemmide vahel, seda tugevam vool läbib voltmeetrit 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

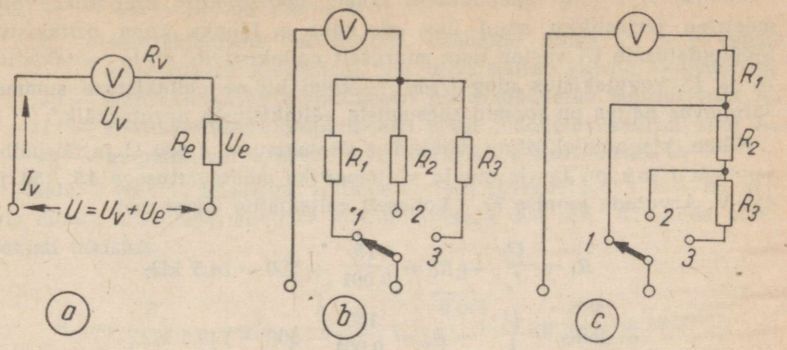
$$P_v = \frac{U_{v2}}{R_v},$$

kus P_v — voltmeetri poolt tarbitav võimsus W;
U_v — voltmeetriga mõõdetav pinge V;
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. Magnetelektriliste 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 77, *a*.

Eeltakistite arvutamiseks kasutatakse järgmisi valemeid:

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



Joon. 77. Eeltakistite ühendamine järjestikku voltmeetriga: *a* — üksikeeltakisti, *b* ja *c* — ümberlülitiga üksikult ja järjestikku sisseühendatavad eeltakistid.

kus R_e — eeltakistuse suurus Ω;

R_v — voltmeetrina kasutatava mõõteriista sisetakistus Ω;

U — eeltakistusega voltmeetri poolt mõõdetav suurim pinge V;

U_v — eeltakistuseta voltmeetri poolt mõõdetav suurim pinge V;

I_v — voltmeetri täishälbe vool A, s. o. vool, mis läbib voltmeetrit, kui osuti näitab skaala lõppsuurust.

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

$$R_e = R_v \left(\frac{U}{U_v} - 1\right) = \frac{U_v}{I_v}\left(\frac{U}{U_v} - 1\right) = \frac{3}{0{,}001}\left(\frac{300}{3} - 1\right) = 297 \text{ kΩ},$$

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

või kolmanda valemi järgi:

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

Mitmesuguse mõõteulatusega üksikute voltmeetrite asemel on sobiv kasutada ühte ümberlülitatava mõõteulatusega voltmeetrit. Selleks tuleb iga mõõteulatuse saamiseks ühendada voltmeetriga järjestikku vastav eeltakisti.

Joonise 77, *b* kohaselt võib voltmeetriga lülitada järjestikku üks kolmest (R_1, R_2, R_3) eeltakistist.

Joonise 77, *c* järgi ühendatakse kolme mõõteulatuse saamiseks voltmeetriga järjestikku algul üks, siis kaks ja lõpuks kolm eeltakistit. Mõõteulatusele U_1 vastab oma suuruselt 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 seesuguste eeltakistuste arvutuskäik.

Näide. Magnetelektriline mõõteriist sisetakistusega 500 Ω ja täishälbe vooluga 1 mA on tarvis muuta voltmeetriks mõõteulatusega 15, 150 ja 450 V. Arvutada joonise 77, *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. 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 on arvutatav valemiga

$$P_a = I_a^2 R_a,$$

kus P_a — ampermeetri poolt tarbitav võimsus W;
I_a — ampermeetriga mõõdetav vool A;
R_a — ampermeetri sisetakistus Ω.

Ampermeetri mõõteulatuse suurendamiseks ühendatakse ampermeetriga rööbiti nn. šunttakisti (joon. 78, *a*).

Šunttakistuse suurus sõltub uue mõõteulatuse voolust ja ampermeetriks 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 $R_š$ — šunttakistuse suurus Ω;

U_a — šunttakistuseta mõõteriista täishälbe pinge V; s. o. pinge ampermeetri klemmidel, kui osuti näitab skaala lõppsuurust;

I_a — šunttakistuseta ampermeetri poolt mõõdetav suurim vool A;

I — šunttakistusega ampermeetri poolt mõõdetav suurim vool A;

R_a — ampermeetriks kasutatava mõõteriista sisetakistus Ω.

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

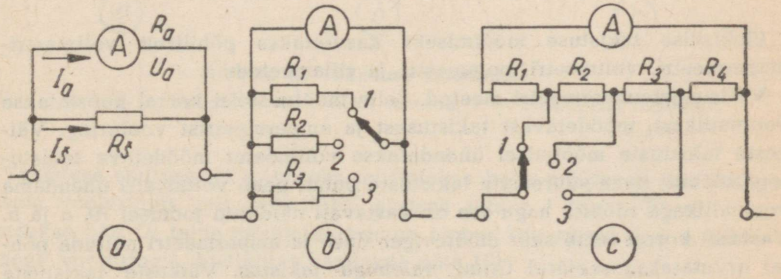
$$R_š = \frac{R_a}{\frac{I}{I_a} - 1} = \frac{\frac{U_a}{I_a}}{\frac{I}{I_a} - 1} = \frac{\frac{3}{0{,}001}}{\frac{0{,}3}{0{,}001} - 1} = \frac{3000}{299} = 10{,}03\ \Omega,$$

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

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

Otstarbekohased on voolu mõõtmiseks mitme mõõteulatusega ampermeetrid. Vastavalt joonisele 78, *b* lülitatakse ampermeetriga rööbiti üks kolmest šunttakistist — R_1, R_2 või R_3. Sõltuvalt nende takistite suurusest muutub vastavalt ka ampermeetri mõõteulatus.

Joonise 78, *c* kohaselt on lüliti 1. asendis šunttakistuseks takistuste R_2, R_3 ja R_4 summa, kuna takisti R_1 jääb mõõteriistaga järjestikku. Lüliti 2. asendis moodustavad šunttakistuse takistused 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 šunttakistuse moodustab R_4. Lüliti 1. asendis on ampermeetri mõõteulatus väikseim (I_1), teises suurem (I_2), kolmandas veel suurem (I_3) jne.



Joon. 78. Šunttakistite ühendamine rööbiti ampermeetriga:
a — üksikšunttakisti, *b* ja *c* — ümberlülitiga üksikult ja segaühenduses sisseühendatavad takistid.

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

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

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

$$R_4 = R_š - R_1 - R_2 - R_3.$$

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

Näide. Magnetelektriline mõõteriist mõõteulatusega 1 mA ja täishälbega 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.

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

$R_š$ suuruseks valime

$$R_š = 10\ R_a = 1000\ \Omega.$$

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

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

$$R_3 = R_š - R_1 - R_2 - \frac{I_a}{I_3} \cdot R_š = 1000 - 800 - 100 - \frac{1}{20} \cdot 1000 = 50\ \Omega;$$

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

4. TAKISTUSE MÕÕTMINE

Elektrilise takistuse mõõtmiseks kasutatakse põhiliselt voltmeetri-ampermeetri, voltmeetri, oommeetri ja sillameetodeid.

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 79, *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 — voltmeetri poolt mõõdetav pinge V;

I_R — takistust läbiv vool A;

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

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

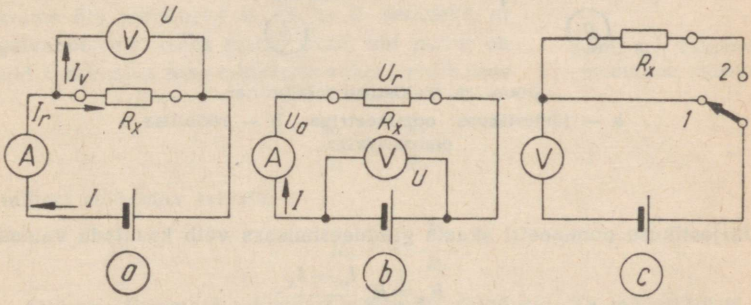
kus U_R — pingelang mõõdetaval takistusel V;

U_a — pingelang ampermeetris V;

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 ... 15) R_v.



Joon. 79. Takistuse mõõtmine:

a ja *b* — voltmeetri-ampermeetri meetod, *c* — voltmeetri meetod.

Takistuse suuruse määramiseks teostatakse kaks mõõtmist: üks takistuseta vooluringis, mil ümberlüliti asetseb seisus *1* (joon. 79, *c*), ning saadakse näit U; teine mõõtmine toimub ümberlüliti seisus *2*, s. o. takistusega vooluringis, kusjuures saadakse näit U_x.

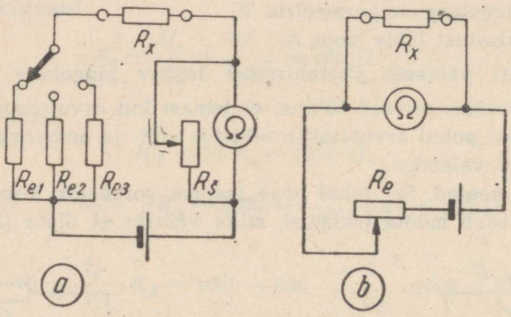
Takistus arvutatakse seejärel järgmise valemiga:

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

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 takistuste mõõtmiseks, kusjuures nende mõõteulatuseks on 1 Ω kuni 100 kΩ.

Mitmesuguste mõõteulatuste saamiseks kasutatakse eeltakistusi, mis on märgitud joonisel 80, *a* R_{e1}, R_{e2} ja R_{e3}-ga. Oommeetri skaala jaotused on ebavõrdsed, olles kokku surutud suuremate takistuste poolel. Skaala nullpunkt asetseb paremal ning on määratav mõõteriista täishälbe vooluga.



Joon. 80. Takistuse mõõtmine:
a — järjestikuse oommeetriga, *b* — rööbitise oommeetriga.

Järjestikuse oommeetri skaala gradueerimiseks võib kasutada valemit

$$R_x = R_o \frac{I_o - I_x}{I_x}.$$

Siin R_o on mõõteriista (R_m) ja selle šunttakisti ($R_š$) kogutakistus, mis on arvutatav valemiga:

$$R_o = R_e + \frac{R_m R_š}{R_m + R_š},$$

kus I_o — vool oommeetri lühistatud klemmide puhul;
I_x — vool takistuse R_x mõõtmisel.

Šunttakisti $R_š$ (reostaat) on ette nähtud mõõteriista osuti täishälbe reguleerimiseks lühistatud mõõteklemmide (R_x) puhul.

Joonisel 80, *b* on toodud rööbitise oommeetri elektriline skeem, mille kohaselt mõõdetav takistus on ühendatud oommeetriks gradueeritud mõõteriistaga rööbiti. Seesuguste oommeetrite mõõteulatus on tavaliselt 0,01 ... 10 Ω.

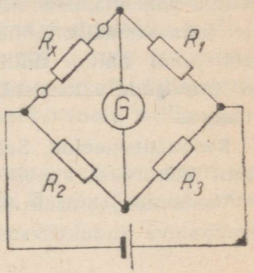
Mõõteriista osuti täishälvet reguleeritakse lahtiste mõõteklemmide (R_x) puhul muudetava suurusega eeltakistuse R_e abil.

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

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

kus I_o — mõõteriista täishälbe vool.

Takistuste mõõtmine sillaga. Mõõtesilla elektriline skeem on antud joonisel 81. 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 lõppunktidega.



Joon. 81. Takistuse mõõtmine sillaga.

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

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

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

5. MAHTUVUSE MÕÕTMINE

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

Voltmeetri-ampermeetri meetod. Selle meetodi kohaselt tuleb kondensaator koos milliampermeetriga ühendada järjestikku vahelduvvoolu allikaga ning voltmeeter rööbiti mõõdetava kondensaatoriga, nagu näi-

datud joonisel 82, *a*. Seejärel arvutatakse mõõdetava mahtuvuse suurus valemiga

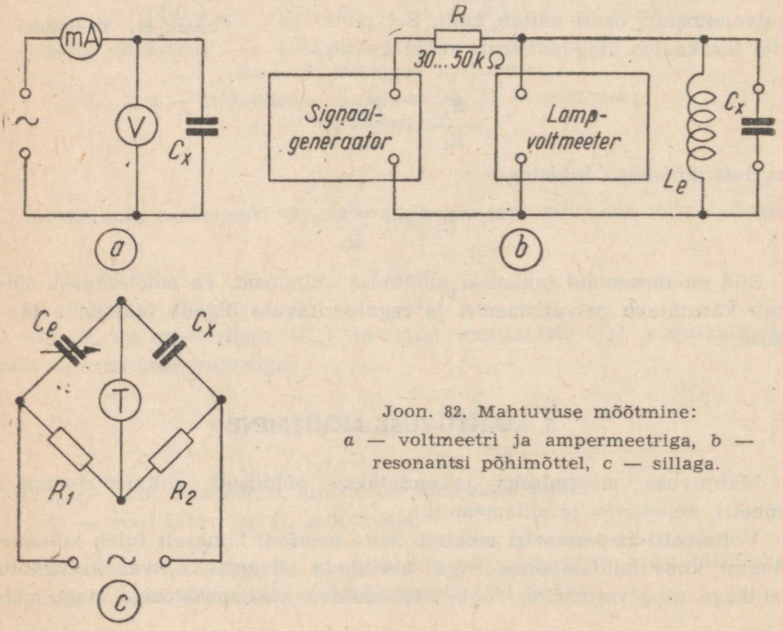
$$C_x = \frac{160\ I}{fU},$$

kus C_x — mahtuvus µF;
I — ampermeetri näit mA;
f — vahelduvvoolu sagedus Hz;
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. Viimasel juhul näitab milliampermeeter 1,25 mA ning voltmeeter 200 V. Mõõtevigade vältimiseks peab voltmeeter olema võimalikult suure takistusega.

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

Vastavalt joonisele 82, *b* koostatakse mõõdetavast mahtuvusest C_x ja teadaoleva induktiivsusega poolist L_e (etalooninduktiivsus) võnkering,



Joon. 82. Mahtuvuse mõõtmine:
a — voltmeetri ja ampermeetriga, *b* — resonantsi põhimõttel, *c* — sillaga.

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. Seejärel arvutatakse mahtuvus valemiga

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

kus C_x — mahtuvus pF;
f — sagedus kHz;
L_e — induktiivsus µH.

Sillameetod. Mahtuvuste mõõtesild (joonis 82, *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 graduseeritud skaalaga pöörd- ehk etaloonkondensaator C_e. Tasakaalustatud silla puhul on mahtuvus arvutatav valemiga

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

kus C_x — 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.

6. INDUKTIIVSUSE MÕÕTMINE

Induktiivsuse mõõtmiseks kasutatakse samu meetodeid mis mahtuvuste mõõtmiselgi.

Voltmeetri-ampermeetri meetod. Joonise 83, *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 meetodiga võimalik mõõta suuri induktiivsusi, nagu raudsüdamikkudega 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, siis kasutatakse induktiivsuse arvutamiseks valemit

$$L_x = \frac{U}{6{,}28 f I},$$

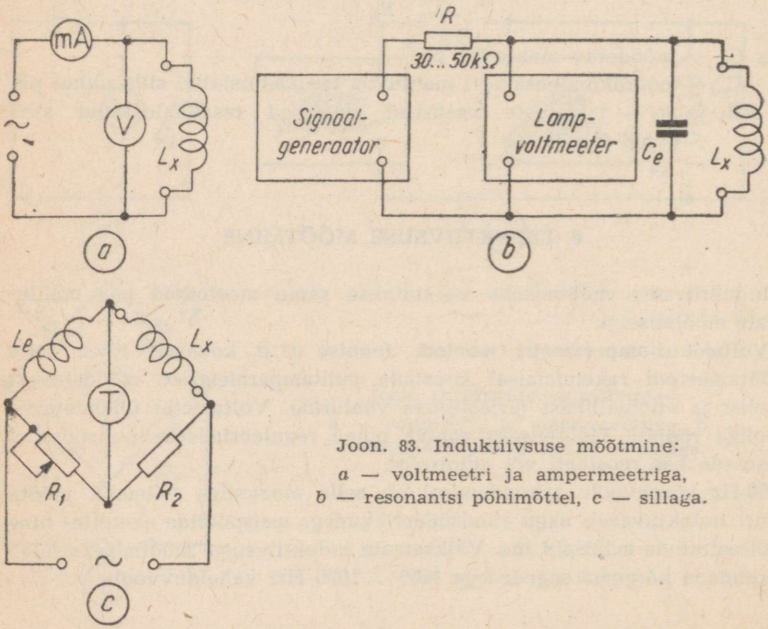
kus L_x — induktiivsus H;
U — pinge pooli klemmidel V;
f — vahelduvvoolu sagedus Hz;
I — milliampermeetri poolt mõõdetav vool A.

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

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

kus R — pooli aktiivtakistus Ω.

Resonantsmeetod. Selle meetodiga on võimalik mõõta kõrgsagedus-poolide induktiivsust. Selleks koostatakse joonise 83, *b* kohaselt mõõdetavast induktiivsusest ja teadaoleva mahtuvusega kondensaatorist võnke-



Joon. 83. Induktiivsuse mõõtmine:
a — voltmeetri ja ampermeetriga,
b — resonantsi põhimõttel, *c* — sillaga.

ring, 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 mõõteriista suurim hälve. Seejärel arvutatakse resonantsisageduse ja etaloonkondensaatori mahtuvuse kaudu mõõdetava pooli induktiivsus valemiga

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

kus L_x — induktiivsus µH;
f — sagedus kHz;
C_e — etaloonkondensaatori mahtuvus µF.

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

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

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

Pooli sisemahtuvus arvutatakse seejärel valemiga

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

kus f_1 ja f_2 — esimese ja teise mõõtmise resonantsisagedused kHz;
C_1 ja C_2 — esimese ja teise mõõtmise etaloonmahtuvused pF.

Sillameetod. Joonisel 83, *c* on toodud induktiivsuse mõõtesilla skeem, mis koosneb induktiivsusetaloonist 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 nõrgeim või vahelduvvoolu milliampermeetri hälve väikseim, on induktiivsus arvutatav valemiga

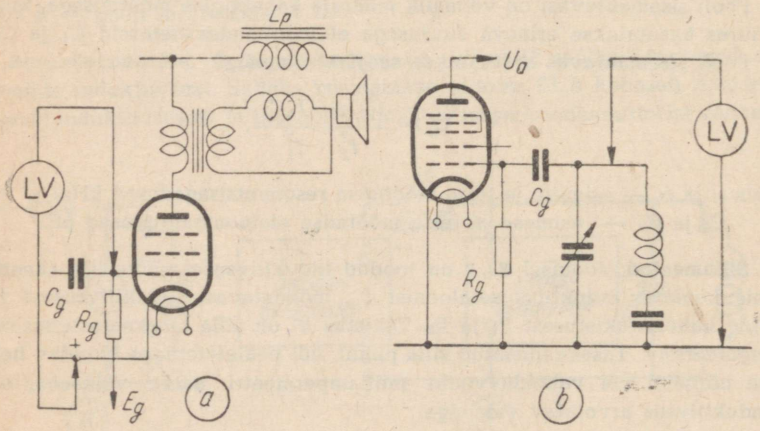
$$L_x = L_e \frac{R_2}{R_1},$$

kus L_x — mõõdetav induktiivsus ühikutes, milles on väljendatud L_e;
L_e — etalooninduktiivsus 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.

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 84, *a* kohaselt on tarvis mõõta võimsusvõimendaja lambi võre-eelpinget otseselt katoodi ja võre vahel. Et võrele antakse eelpinge suure takistuse (0,1 . . . 0,8 MΩ) kaudu, siis ka hea kõrgeoomiline voltmeeter näitab tegelikust tunduvalt madalamat pinget. Lampvoltmeetri sisendtakistus aga on väga suur (megaoomid, kümned ja sajad megaoomid), mistõttu ka mõõtetulemused lampvoltmeetri kasutamisel on antud juhul praktiliselt täpsed.

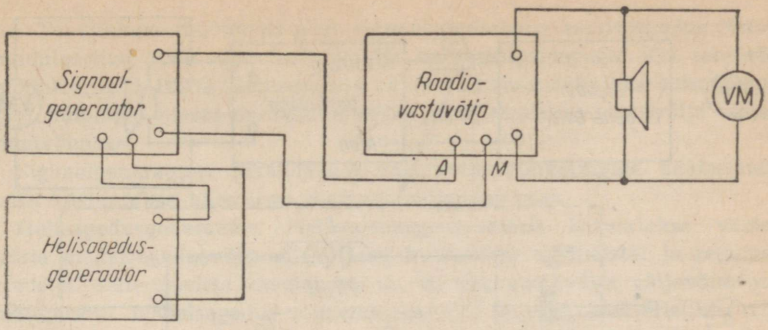
Vastuvõtjate remontimisel tekib sageli vajadus mõõta kõrgsagedus-pinget mitmesuguste võnkeringide klemmidel. Selleks otstarbeks kõlbab ainult suure sisendtakistusega ning väikese sisendmahtuvusega vahelduvvoolu lampvoltmeeter. Joonisel 84, *b* on näidatud lampvoltmeetri



Joon. 84. Lampvoltmeetri kasutamine:
a — eelpinge mõõtmiseks, *b* — kõrgsageduspinge mõõtmiseks.

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 vahesageduse võnkeringide ning vastuvõtjate helisageduslike pingete mõõtmiseks.



Joon. 85. Kogu vastuvõtja sageduskarakteristiku määramise skeem.

Signaalgeneraator. Signaalgeneraatori abil on võimalik:

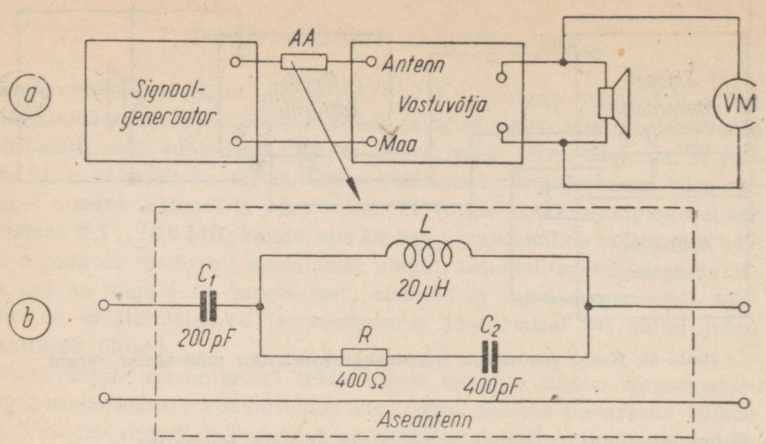
määrata kogu vastuvõtja sageduskarakteristikut;
mõõta selektiivsust;
mõõta tundlikkust;
häälestada võnkeringe.

Kogu vastuvõtja sageduskarakteristiku ülesvõtmiseks tuleb vastuvõtja sisendisse (antenni ja maa vahele) ühendada helisagedusega moduleeritav signaalgeneraator ja väljesse voltmeeter *VM* (väljemõõtja).

Kandes nüüd voltmeetri näidud vertikaalteljele ja signaalgeneraatori moduleerimissagedused horisontaalteljele, võime ehitada kõvera, s. o. vastuvõtja kogu võimenduskanali sageduskarakteristiku, mis näitab vastuvõtja väljepinge sõltuvust moduleerimissagedusest. Seesugused karakteristikud määratakse eraldi iga laineastmiku kohta.

Sageduskarakteristikute ülesvõtmisel ühendatakse signaalgeneraator vastuvõtja antenni ja maandusklemmiga mitte otseselt, vaid aseantenni *AA* kaudu, mille skeem ja elektrilised suurused on antud joonisel 86, *b*.

Vastuvõtja selektiivsuse mõõtmiseks antakse signaalgeneraatorist aseantenni kaudu vastuvõtja sisendisse 400-Hz sagedusega ja 30% moduleeritud kõrgsageduspinge. Viimase sagedus sõltub sellest, missuguses skaala punktis soovitakse selektiivsust määrata. Seejärel häälestatakse vastuvõtja väljemõõtja või optilise häälestusindikaatori abil täpselt resonantsi sisendsagedusega. Generaatori pinge reguleeritakse selliseks, et väljevõimsus oleks 10% vastuvõtja nimiväljevõimsusest. Jättes vastuvõtja häälestuse endiseks, muudetakse nüüd generaatori sagedust 10 kHz võrra algsagedusest kõrgemaks ja madalamaks, mille juures väljevõimsus väheneb. Viimase tõstmiseks endisele tasemele tuleb suurendada vastavalt generaatori pinget. Selektiivsuse mõõtmise skeem on toodud joonisel 86, *a*.



Joon. 86. Vastuvõtja selektiivsuse ja tundlikkuse määramine:
a — mõõteskeem, *b* — aseantenni skeem ja elektrilised suurused.

Signaalgeneraatori pingete suhe täpsel ja ±10 kHz kõrvalehäälestamisel, väljendatuna detsibellides, ongi selektiivsuse näitajaks.

Parema ettekujutuse vastuvõtja eraldusvõimest annab selektiivsuse kõver. Selle koostamiseks tehakse mõõtmisi laiemas sagedusribas (näiteks 30 kHz) iga 1 . . . 2 kHz järel. Saadud andmed kantakse teljestikule, kusjuures vertikaalteljel paiknevad kõrvalehäälestamisel saadud pingete suhted täpse häälestuse pingesse, horisontaalteljel aga neile suhetele vastavad sagedused.

Raadiovastuvõtja tundlikkuse mõõtmiseks ühendatakse signaalgeneraator nagu selektiivsuse määramiselgi (joon. 86, *a*) aseantenni kaudu vastuvõtja sisendiga ning väljemõõtja rööbiti valjuhääldajaga. Viimase asemel võib kasutada ka takistit, mille takistus on võrdne valjuhääldaja näivtakistusega sagedusel 400 Hz. Seejärel häälestatakse vastuvõtja täpselt generaatori sagedusele, mille juures tundlikkust mõõdetakse. Edasi reguleeritakse generaatori pinge selliseks, et vastuvõtja väljemõõtja näitaks alljärgneva valemiga arvutatavat pinget:

$$U_v = \sqrt{0{,}1\ S_v\ Z_v},$$

kus S_v — vastuvõtja nimi-väljevõimsus VA;

Z_v — valjuhääldaja võnkepooli näivtakistus Ω sagedusel 400 Hz.

Sellele väljepingele vastav sisendpinge mikrovoltides ongi vastuvõtja tundlikkuseks. Vastuvõtja tundlikkus ei ole erinevatel sisendpinge sagedustel ühesugune, seepärast tuleb seda mõõta mitmesugustel sagedus-

tel. Tundlikkuse mõõtmisel peab signaalgeneraatori kandesagedus olema moduleeritud 30% sügavuselt 400-Hz helisageduspingega. Kui teostada moduleerimist 100% ulatuses, siis on tundlikkuse näitajaks sisendpinge (antennipinge) seesugune suurus, mille puhul saadakse vastuvõtja väljes nimivõimsus.

Signaalgeneraatori rakendamist vastuvõtja võnkeringide häälestamiseks käsitletakse käesoleva raamatu neljandas osas.

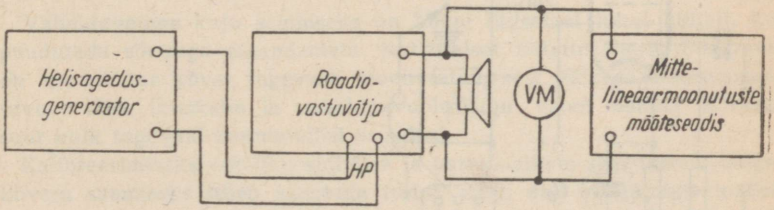
Helisagedusgeneraator. Helisagedusgeneraatorit kasutatakse vastuvõtja madalsagedusvõimendaja ossa kuuluvatel mõõtmistel ja reguleerimistel. Selle seadise kasutamine on tarvilik vastuvõtja väljevõimsuse mõõtmisel, madalsagedus-võimenduskanali sageduskarakteristiku või tämbri reguleeritavuse määramisel ja paljudel teistel juhtudel madalsagedusosa korrastamisel või viimistlemisel.

Raadiovastuvõtja väljevõimsuse mõõtmiseks rakendatakse ta madalsagedusvõimendaja sisendile, s. o. helipea klemmidele helisagedusgeneraatori abil 400-Hz sagedusega pinge, mille kõrgus peab vastama helipea sisendi tundlikkusele (näiteks 0,2 V). Rööbiti valjuhääldajale ühendatakse väljemõõtja ja mittelineaarmoonutuste mõõteseadis. Seejärel arvutatakse väljevõimsus järgmise valemiga:

$$S_v = \frac{U_v^2}{Z_v},$$

kus S_v — väljevõimsus VA;
U_v — väljepinge V;
Z_v — valjuhääldaja võnkepooli näivtakistus sagedusel 400 HzΩ.

Väljevõimsuse mõõtmisel peab vastuvõtja helitugevuse regulaator olema asendis, mil mittelineaarmoonutuste suurus protsentides ei ületa antud vastuvõtjale ettenähtud normi (tavaliselt 10%). Väljevõimsuse mõõtmise skeem on toodud joonisel 87.



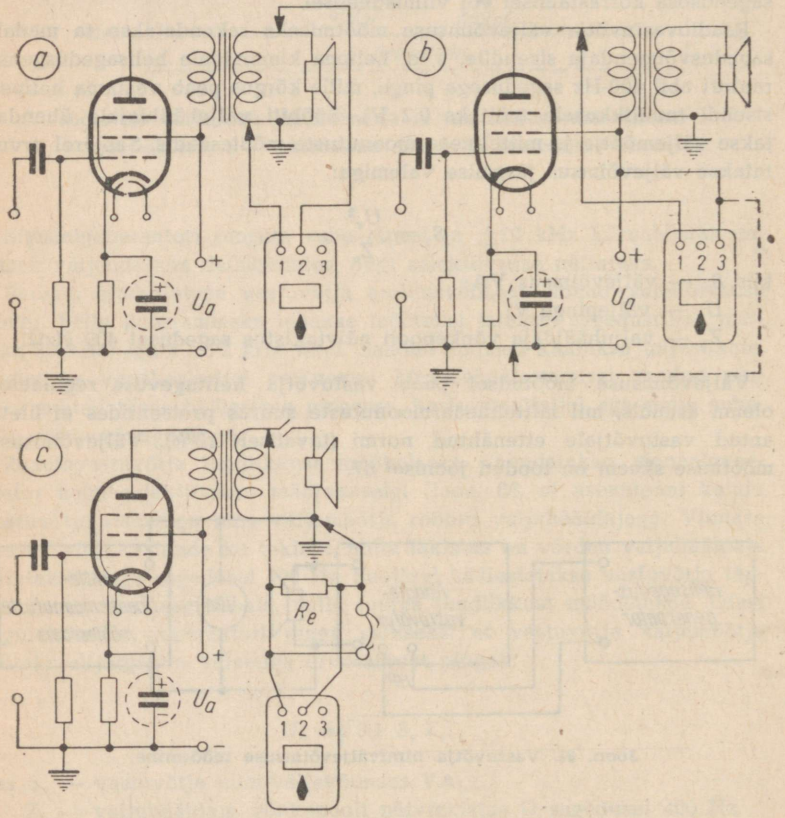
Joon. 87. Vastuvõtja nimiväljevõimsuse mõõtmine.

Madalsagedusvõimenduskanali sageduskarakteristiku ülesvõtmisel antakse nagu väljevõimsuse määramiselgi madalsagedusvõimendaja sisendklemmidele 400-Hz sagedusega pinge, kusjuures võimenduse

regulaator keeratakse asendisse, mille juures väljevõimsus peab võrduma 10% nimiväljevõimsusest.

Muutes seejärel generaatori sagedust püsiva sisendpinge juures, saadakse mitmesuguse kõrgusega väljepinged. Kui kanda need pinged vertikaalteljele ja sagedused horisontaalteljele, saab ehitada kõvera, mis graafiliselt väljendab väljepinge sõltuvust sisendpinge sagedusest.

Väljemõõtja. Vastuvõtja häälestamisel on väljemõõtja vajalik väljepinge maksimumi määramiseks, mispuhul pole otseselt tarvilik, et ta skaala oleks gradueeritud voltides. Teisel juhul aga, näiteks väljevõimsuse, selektiivsuse jne. mõõtmisel, peab väljemõõtja toimima veel voltmeetrina, s. o. näitama väljepinget voltides.



Joon. 88. Väljepinge mõõtmine:
a — valjuhääldaja klemmidelt, *b* — sobitustrafo primaarmähiselt, *c* — väljalülitatud valjuhääldaja korral.

Vastuvõtja häälestamiseks ühendatakse väljemõõtja kas rööbiti valjuhääldajaga (madalpingeline välje), rööbiti väljetrafo primaarmähisega või nii, nagu see on joonisel 88, *b* kujutatud punktiirjoonega (kõrgepingeline välje). Et kõrgepingelise välje mõõtmisel ei läbiks mõõteriista alalisvoolukomponent, tuleb väljemõõtja ühendada vooluringi tõkestuskondensaatori kaudu, s. o. klemmidega *1—3*.

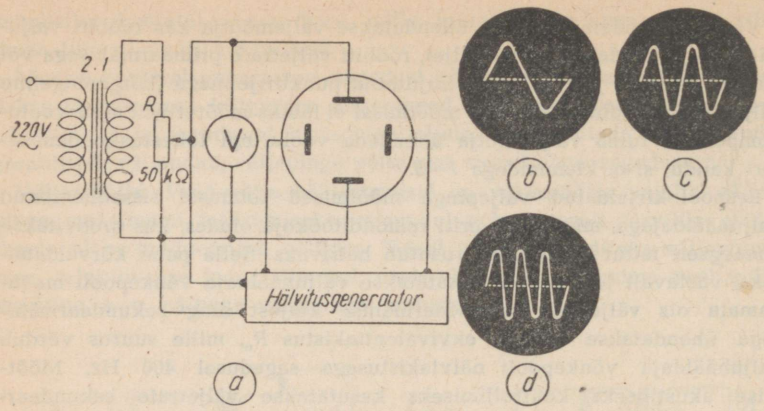
Eespool kirjeldatud väljepinge mõõtmised toimusid sisseühendatud valjuhääldajaga, mis sageli, eriti remonditöökoja oludes, kus proovitakse üheaegselt mitut vastuvõtjat, osutub häirivaks. Selle pahe kõrvaldamiseks, vastavalt joonisele *c*, lahutatakse valjuhääldaja võnkepooli maandamata ots väljetrafo sekundaarmähise küljest ning sekundaarmähisega ühendatakse rööbiti ekvivalenttakistus R_e, mille suurus võrdub valjuhääldaja võnkepooli näivtakistusega sagedusel 400 Hz. Mõõtmise akustiliseks kontrollimiseks kasutatakse väljetrafo sekundaarmähisega ühendatud peatelefone. Valjuhääldaja ühendatakse uuesti vooluringi alles pärast vastuvõtja täielikku remontimist ja häälestamist.

Vastuvõtja häälestamisel peab signaalgeneraatorist vastuvõtja sisendisse antav pinge olema võimalikult madal. Ei ole õige anda sisendisse kõrgemaid pingeid ning neid väljes nõrgendada helitugevuse regulaatori abil. See põhjustab võimendus- ning detektorastmete ülekoormamist ja selle tagajärjena ebatäpset häälestamist.

Katoodkiireostsilloskoop. Katoodkiireostsilloskoobi abil on võimalik:
uurida vahelduvpinge kuju;
määrata pingete faasinihet;
uurida helikõverate kuju;
määrata trafo mittelineaarseid moonutusi;
määrata võimendaja moonutusi;
määrata elektronlambi dünaamilist tunnusjoont;
määrata kondensaatori kaotegurit.

Vahelduvpinge kuju saamiseks on kõige lihtsamal juhul küllalt, kui puudutada sõrmega maandamata vertikaalset hälvitusplaati. Seejuures on aga nähtav kõver tugevasti moonutatud, sest väikese sidestusmahtuvuse tõttu inimkeha ja vahelduvvooluvõrgu vahel esineb kõveras suur hulk tugevaid harmoonilisi sagedusi.

Kalibreerimiseks vajaliku stabiilse ja harmooniliste sagedusteta pingekõvera saamiseks tuleb kasutada trafot, mille abil võrgupinge madaldatakse kaks korda. Peale selle võimaldab trafo rakendamine galvaaniliselt isoleerida mõõtelülitust vahelduvvooluvõrgust. Tavaliselt jätkub küllaldase amplituudiga kõvera saamiseks 20 ... 60 voldist. Hälvitusplaatidele rakendatavat pinget mõõdetakse voltmeetriga ning reguleeritakse potentsiomeeter-pingejagajaga *R*, mille äärmised kontaktid on ühendatud trafo sekundaarmähise klemmidega, nagu see on näidatud joonisel 89, *a*. Et vähem koormata potentsiomeetrit, tuleb voltmeeter valida või-



Joon. 89. Vahelduvpinge kuju uurimine:
a — skeem, *b* — vahelduvpinge kuju sünkroonsel hälvitussagedusel, *c* — sama 2 korda madalamal hälvitussagedusel, *d* — sama 3 korda madalamal hälvitussagedusel.

malikult suure sisetakistusega. Nimetatud voltmeeter mõõdab nagu tavaliselt pinge efektiivväärtust. Amplituudväärtuse saab arvutada valemiga:

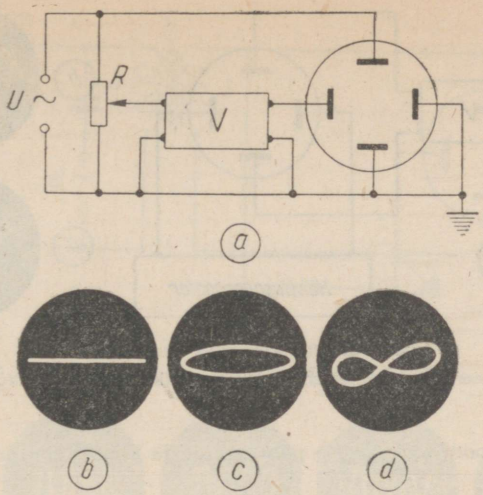
$$U_m = \sqrt{2}\, U = 1{,}414\, U,$$

kus U_m — pinge amplituudväärtus;
U — pinge efektiivväärtus.

Teades ostsilloskoobi hälvitusplaatidele rakendatava pinge maksimaalväärtust, on võimalik gradueerida katoodkiiretoru ekraan voltides. Selleks tuleb ekraani ette asetada ümmargune joonvõrguga tselluloidleht (skaala). Et katoodkiireostsilloskoobi sisendtakistus on väga suur, siis võib seesuguselt gradueeritud ostsilloskoopi hädakorral kasutada lampvoltmeetrina.

Helisagedusgeneraatori väljepinge kuju vaatlemiseks tuleb generaator ühendada sidestustrafo primaarmähisega, mille sekundaarmähis on potentsiomeetri kaudu ühendatud hälvitusplaatidega. Pingejagaja potentsiomeetri R takistus peab sel puhul ulatuma kuni 1 MΩ ning helisageduslikku pinget tuleb mõõta lampvoltmeetriga.

Pingete faasinihet saab määrata joonisel 90, *a* toodud skeemi abil. Nagu skeemist nähtub, on vahelduvpinge allikaga U ühendatud rööbiti potentsiomeeter R, millega on võimalik reguleerida uuritava võimendaja sisendile rakendatava pinge kõrgust. Nimetatud potentsiomeeter peab olema induktiivsusvaba (masstakistiga) ning ta suuruseks on sõl-

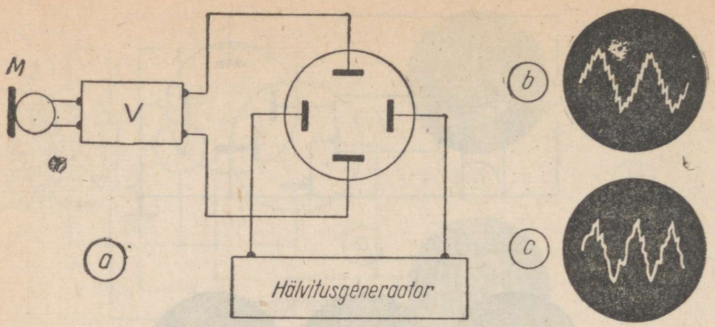


Joon. 90. Pingete faasinihke määramine:
a — elektriline skeem, *b* — faasinihketa töötava võimendaja kõver, *c* ja *d* — faasinihkega töötava võimendaja kõverad.

tuvalt kasutatava vooluallika pingest 50 ... 500 kΩ. Vahelduvpinge rakendatakse elektronkiiretoru vertikaalhälvitusplaatidele ja võimendaja väljepinge ta horisontaalplaatidele. Niikaua kui võimendajas ei esine faasinihet, tekib toru ekraanil kaldjoon (joon. 90, *b*), mille kaldenurk sõltub vertikaal- ja horisontaalplaatidele antud pingete vahekorrast. Joon on vertikaalsem, kui rakendatud vahelduvpinge on kõrgem võimendaja väljepingest, ja vastupidi. Potentsiomeetri *R* abil võimendaja sisendpinget muutes on võimalik kindlaks teha, millise sisendpinge amplituudi juures tekib proovitavas võimendajas faasinihe. Sel puhul ilmub ekraanile ellipsi või silmuse kujutis, nagu on näidatud joonisel 90, *c* ja *d*. Faasinihet tekitava sisendpinge väärtust saab mõõta lahtiühendatud võimendaja puhul lampvoltmeetriga.

Helikõverate uurimiseks ühendatakse dünaamiline või lintmikrofon madalsagedusvõimendaja sisendiga ja võimendaja väljepinge juhitakse ostsilloskoobi vertikaalhälvitusplaatidele, nagu see on näidatud joonisel 91, *a*.

Nagu teada, tajub inimese kõrv heli sagedusega 16 ... 20 000 hertsi. Helile annavad teatava varjundi, nn. tämbri, kõrgemad harmoonilised sagedused sõltuvalt nende arvust ja amplituudi suurusest. Muusikariistade põhitoonide sagedused ulatuvad 16 ... 4186 hertsini, kuna tämbrit tekitavate harmooniliste sageduste piiriks on 14 000 Hz. Joonisel



Joon. 91. Helikõverate vaatlemine:
a — skeem, *b* ja *c* — erinevate muusikariistade helikõverad.

91, *b* ja *c* on toodud erinevate põhitoonide ja tämbritega muusikariistade helikõverad.

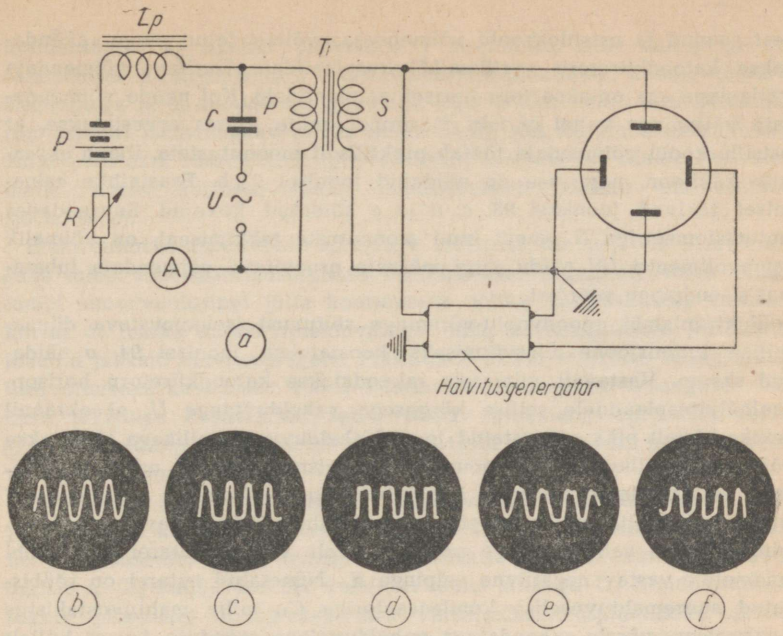
Mittelineaarsete moonutuste määramiseks lampidevahelistes ja sobitustrafodes koostatakse lülitus vastavalt joonisel 92, *a* kujutatud skeemile. Nagu skeemilt nähtub, läbib uuritava trafo *T* primaarmähist alalisvool, mille allikaks on patarei *P*. See vool on reguleeritav reostaadiga *R* ning mõõdetav ampermeetriga *A*. Peale selle rakendatakse trafo primaarmähisele helisagedusgeneraatori abil kondensaatori *C* kaudu veel vahelduvpinge *U*. Kondensaator peab olema sellise mahtuvusega, et ta mahtuvustakistus oleks kas võrdne või lähedane trafo primaarmähise induktiivtakistusele, s. o. et tekiks pingeresonants.

Alalisvooluringi on ühendatud järjestikku madalsagedus-paispool L_p, mille induktiivtakistus peab olema palju suurem trafo primaarmähise vastavast takistusest. Paispooli ülesandeks on tõkestada vahelduvvoolu pääsu lülituse alalisvoolu ossa.

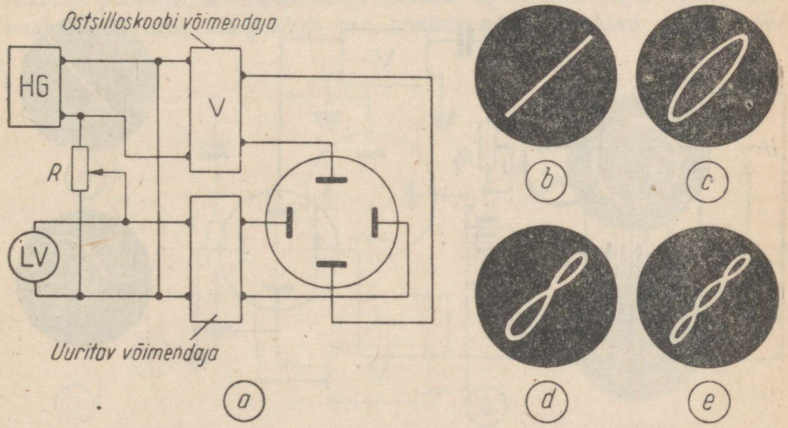
Mõõdetava trafo sekundaarmähis on ühendatud katoodkiiretoru vertikaal- ja hälvitussagedusgeneraator horisontaalhälvitusplaatidega. Et hälvitussagedusgeneraator on sünkroniseeritud vahelduvpingega *U*, siis tekib toru ekraanil vahelduvpinge kõver, mille kuju järgi on võimalik määrata trafo mittelineaarsete moonutuste taset. Joonisel 92, *b*, *c*, *d*, *e* ja *f* on näidatud moonutamata ja mitmesuguste mittelineaarsete moonutustega pingekõverad.

Trafo südamiku eelmagneetimise taset on võimalik muuta reostaadiga *R*. Suurendades viimasega sujuvalt primaarmähist läbivat alalisvoolukomponenti ning jälgides ekraanil sinusoidi moondumise algust, on võimalik ampermeetri näidu järgi määrata, kui suure alalisvoolu juures algab moonutus.

Joonisel 93, *a* on toodud võimendaja mittelineaarsete moonutuste määramise elektriline skeem, mille kohaselt helisagedusgeneraatori *HG* väl-



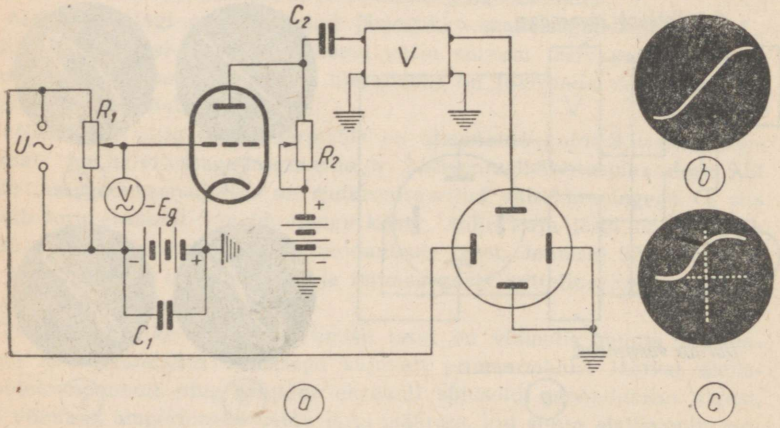
Joon. 92. Madalsagedustrafode mittelineaarsete moonutuste määramine: *a* — skeem, *b* — moonutamata pingekõver, *c*, *d*, *e* ja *f* — mitmesuguste mittelineaarsete moonutustega pingekõverad.



Joon. 93. Võimendaja mittelineaarsete moonutuste määramine: *a* — skeem, *b* — moonutuseta töötava võimendaja pingekõver, *c* — pingekõver faasinihke puhul, *d* ja *e* — esinevad tugevad 2. ja 3. harmooniline.

jest saadud ja ostsilloskoobi võimendajas võimendatud pinge rakendatakse katoodkiiretoru vertikaalhälvitusplaatidele. Uuritava võimendaja väljepinge aga antakse toru horisontaalplaatidele. Kui nende võimendajate väljepinge vahel ei teki faasinihet, mille juures arvestatakse, et ostsilloskoobi võimendaja töötab praktiliselt moonutusteta, ilmub ekraanile kaldjoon, nagu see on näidatud joonisel 93, *b*. Faasinihke esinemisel tekivad joonistel 93, *c*, *d* ja *e* näidatud kõverad. Suurendades potentsiomeetriga R pinget kuni moonutuste tekkimiseni, on võimalik lampvoltmeetri LV näidu järgi määrata proovitava võimendaja lubatavat sisendpinge väärtust.

Elektronlambi anoodvoolu-võrepinge sõltuvust iseloomustava dünaamilise tunnusjoone ülesvõtmiseks koostatakse joonisel 94, *a* näidatud skeem. Vastavalt viimasele rakendatakse katoodkiiretoru horisontaalhälvitusplaatidele sellise kõrgusega vahelduvpinge U, et ekraanil tekiks küllalt pikk valgustatud joon. Vahelduvvoolu allikaga lülitatakse rööbiti võimalikult madalaoomiline potentsiomeeter R_1, mille liugkontakt on ühendatud uuritava lambi tüürvõrega. Tundliku voltmeetri V abil on võimalik mõõta võrele katoodi suhtes rakendatavat vahelduvpinget. Peale vahelduvpinge antakse võrele veel eripatarei abil lambi andmetele vastav negatiivne eelpinge E_g. Nimetatud patarei on rööbistatud suuremahtuvuselise kondensaatoriga C_1, mille mahtuvustakistus peab olema võrele rakendatava vahelduvpinge sageduse juures küllalt väike. Anoodkoormustakistuse R_2 suurus peab olema kas võrdne või lähedane kontrollitavale lambile ettenähtud anoodkoormustakistusega. Viimasel tekkiv vahelduvpingelang suunatakse alalisvoolu tõkestava

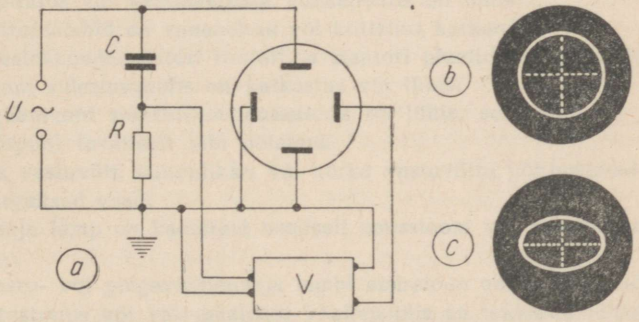


Joon. 94. Elektronlambi anoodvoolu-võrepinge tunnusjoone ülesvõtmine: *a* — skeem, *b* — tunnusjoon vabalt ekraanil, *c* — tunnusjoon gradueeritud ekraanil.

kondensaatori C_2 kaudu võimendaja V sisendisse, mille väljepinge on rakendatud katoodkiiretoru vertikaalhälvitusplaatidele. Lampi tüüriva sisendpinge ja ta anood-vahelduvpinge õigel valikul tekib toru ekraanile tunnusjoont iseloomustav kõver (joon. 94, *b*). Kui kasutada ekraani ees millimeetritesse ruudustatud (gradueeritud) läbipaistvat skaalat, on võimalik saada uuritava lambi tunnusjoonest täieliku ettekujutuse (joon. 94, *c*).

Elektronlambi anoodvoolu-võrepinge staatilise tunnusjoone ülesvõtmiseks tuleb anoodkoormustakistus R_2 lühistada. Tegelikult tuleb siiski lambi anoodvooluringi jätta koormuseks väike takistus, sest vastasel korral ei tekiks anood-vahelduvpinget ning katoodkiiretoru vertikaalplaadid jääksid hälvituspingeta. Praktiliselt piisab staatilise tunnusjoone ülesvõtmiseks keskmiselt 100-Ω koormustakistusest. Et seesuguse väikese takistuse kasutamisel sellel tekkiv pingelang on väike, tuleb anood-vahelduvpinge võimendaja V abil tõsta normaalseks hälvitamiseks vajaliku kõrguseni.

Ostsilloskoobiga kondensaatori kaoteguri määramiseks rakendatakse joonisel 95, *a* kujutatud skeemi. Vastavalt sellele ühendatakse kontrollitav kondensaator C ja temaga järjestikku lülitatud väikeseoomiline takisti R (ligikaudu 100 Ω) vahelduvvoolu allikaga U. Kondensaatoril tekkiv pingelang suunatakse toru vertikaalhälvitusplaatidele, takistil tekkiv pingelang aga võimendaja V kaudu horisontaalplaatidele. Takistil R tekkiv pinge on võrdeline kondensaatorit läbiva vooluga ning viimasega faasis. Enne mõõtmisele asumist tuleb takistil R tekkiva ja võimendatud pingelangu amplituud reguleerida võrdseks kondensaatoril tekkiva pingelangu amplituudiga. Selleks lülitatakse algul tööle vertikaalplaadid ning märgitakse ära kondensaatoril tekkiva pinge mõjul



Joon. 95. Kondensaatori kaoteguri määramine:
a — skeem, *b* — kujutis ekraanil kaovaba kondensaatori puhul, *c* — kujutis ekraanil kadudega kondensaatori proovimisel.

ekraanile ilmuva valgustatud vertikaaljoone pikkus. Seejärel ühendatakse vertikaalplaadid lahti ja horisontaalplaadid võimendaja väljega. Nüüd tuleb võimendaja võimendust reguleerida seni, kuni ekraanile ilmuva valgustatud horisontaaljoone pikkus võrdub kondensaatori pinge mõjul tekkinud vertikaaljoone pikkusega. Pärast pingete võrdsustamist rakendatakse pinge mõlemale hälvitusplaatide süsteemile. Kui võimendaja töötab faasinihketa (mis on tingimata vajalik), tekib katoodkiiretorus ekraanile ring, sest hälvitusplaatidele on antud võrdsete amplituudidega ja 90° faasinihkega pinged (kondensaatoril C ja takistil R tekkivad pinged on üksteisest nihutatud 90° võrra). Juhul aga, kui kondensaatoris esinevad kaod, s. o. ta omab aktiivtakistust, on hälvitusplaatidele rakendatud pingete faasinihe väiksem kui 90°. Sel puhul ilmub ekraanile ellips. Mida suurem on ellipsi pikema ja lühema telje suhe, seda suuremate kadudega on kondensaator. Joonisel 95, *b* ja *c* on toodud ekraanil tekkivate kujutiste näited kaovaba ja kadudega kondensaatori proovimisel. Eespool oli nimetatud, et järjestikku proovitava kondensaatoriga ühendatakse väikeseoomiline takisti. Täiendavalt tuleb mainida, et nimetatud takistuse suurus peab olema tunduvalt väiksem kondensaatori mahtuvustakistusest ega tohi ületada ühte sajandikku viimasest, s. o.

$$R \leqslant 0{,}01 \frac{1}{2\pi f C},$$

kus f — lülituse toiteks rakendatud vahelduvvoolu sagedus Hz;
C — proovitava kondensaatori mahtuvus F.

Nagu valemist nähtub, sõltub takistus R nii rakendatud vahelduvvoolu sagedusest kui ka proovitava kondensaatori mahtuvusest.

IV peatükk

SUPER-RAADIOVASTUVÕTJATE RIKETE METOODILINE AVASTAMINE

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;

sulavkaitse on läbi põlenud; universaaltoitega vastuvõtjates skaalalamp pesas lahti või läbi põlenud;

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

seleensuunajaga vastuvõtjates on suunaja riknenud;

alaldaja silumisfiltri üks elektrolüütkondensaatoritest on lühistunud;

võrgutrafos on keerdudevaheline lühis või katkestus mähistes;

anood- või varivõretakisti on vigastatud;

väljetrafos või valjuhääldaja võnkepoolis on lühis;

elektronlambid on vananenud või kütteniit katkenud;

häälestuskondensaatori rootori ja staatori plaatide vahel on lühis;

antenni sidestuspoolis on katkestus või lühis;

võrguantenni sidestuskondensaatoris on lühis; sel puhul on antenni sidestuspool tavaliselt läbi põlenud.

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

alaldaja lamp on kaotanud osaliselt emissiooni või seleensuunaja on vigane;

võimsus- või pingevõimendaja lambi emissioon on nõrgenenud;

sobitustrafos või valjuhääldaja võnkepoolis on tekkinud lühiskeerud;

anood- või varivõretakisti on mõnes võimendusastmes vigane või vananenud, mistõttu takistus on suurenenud;

helitugevusregulaatori-potentsiomeetri takistusrõnga pind on mustunud või kulunud;

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

varivõre lahtisidestuskondensaatori ühendus on katkenud; kondensaator ei oma küllaldast mahtuvust, on lühistunud või ta dielektriku takistus on vähenenud;

võimsusvõimendusastme (lõppastme) sidestuskondensaatori dielektriku isolatsioon on halvenenud;

pingevõimendusastme (madalsagedusvõimendaja 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;

pöördkondensaatori staatori isolatsioon või staatori ja rootori plaatide vahed on mustunud; rootori maandusvedrud on mustunud.

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

antenni sisendis või ta ühendustes on puudulik kontakt;

pöördkondensaatori plaatide vahel esineb kohati lühis;

lainelüliti kontaktid on mustunud või vedrud deformeerunud;

helitugevusregulaatori-potentsiomeetri takistusrõngas on murdunud või, mida esineb sagedamini, ta pind mustunud;

lahtisidestus- või varivõretakisti on vigane (tavaliselt takistus suurenenud);

alaldaja silumisfiltri kondensaator ajuti lühistub;

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

lülituses leiduvad nn. „külmad" jootekohad, mis väliselt ei erine korralikust jootest, kuid tegelikult kujutavad endast suurtes piirides muutuva takistusega kontakti;

logisevad kruviühendused või kontaktneedid.

Moonutatud ülekanne. Seda rikkeliiki võivad esile kutsuda alljärgnevad põhjused:

alaldaja lamp on vananenud ning seetõttu kaotanud osaliselt emissiooni;

võimsus- või pingevõimendaja lamp on vananenud või omab elektroodidevahelisi vigu;

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

katoodtakisti ühendus on katkenud või ta takistus 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;

võimenduse automaatse reguleerseadise silumiskondensaator on lühistunud või ta ühendus katkenud.

Viled. Vilede põhjustajateks võivad olla järgmised vastuvõtja vead:

ebarahuldav selektiivsus; tavaliselt on see tingitud valesti häälestatud vahesagedusest;

antennifilter (vahesagedusfilter sisendvõnkeringis) ei ole häälestatud vahesagedusele;

vahesagedusvõimendusastme lambi varjestus on puudulik;

valjuhääldaja ühendusjuhtmed asetsevad madalsagedusvõimendaja lambi võrejuhtmete lähedal, mistõttu tekib tagasisidestus;

häälestuskondensaatori plaadid võnguvad valjuhääldaja helile kaasa; eriti on see märgatav tugeva heli ja lühilainete vastuvõtul;

alaldaja silumisfiltri šuntkondensaator (vastuvõtja-poolne) on osaliselt või täielikult kaotanud mahtuvuse;

kõrgsagedusvõimendaja lambi anoodil on liialt kõrge pinge;

patareivastuvõtjas on vananenud anoodpatarei; selle vea kindlakstegemiseks ühendatakse anoodpatarei plussi ja miinuse vahele kondensaator mahtuvusega 4 ... 10 μF; kui nüüd vile kaob, on põhjus vananenud patareis;

maandamiseks ettenähtud skeemisõlmede puudulik ühendus šassiiga, mis tavaliselt väljendub halvas kruvi- või neetühenduses;

madalsagedusvõimendajas on lahtisidestuskondensaator kaotanud mahtuvuse.

Undamine. Nimetatud nähtust võivad vastuvõtjas sagedamini tekitada allnimetatud puudused:

madalsagedusvõimendajas esineb akustiline tagasisidestus, mida põhjustab valjuhääldaja helilainete tõttu võnkuv lamp kas oma konstruktsioonilise vea või jäiga lambipesa tõttu;

alaldaja silumisfiltri üks või mõlemad kondensaatorid on oma mahtuvuse kaotanud;

sobitustrafo maandusjuhe on katkenud või ei ole küllalt hästi šassiiga ühendatud;

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

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

madalsagedusvõimendajas on lahtisidestuskondensaator kaotanud kas osaliselt või täielikult mahtuvuse;

mikrofoniefekt lühilaineil, mida põhjustab pöördkondensaatori plaa-

tide vibreerimine valjuhääldaja helilainete toimel seetõttu, et pöördkondensaatori kummiamortisaatorid on kuivanud ja kivistunud;

šassii on kinnitatud kasti külge kummiamortisaatoriteta, või nende olemasolul on põhja kinnituskruvid liialt kinni keeratud.

Vahelduvvoolu võrgumüra. Seda liiki müra põhjustajad võivad olla järgmised:

lülituse vastavad sõlmed on halvasti maandatud, s. o. ühendatud šassiiga;

otsese küttega võimsusvõimendaja lambi puhul on mürasummutaja nullpunkti potentsiomeeter välja reguleerimata;

alaldaja silumisfiltri kondensaator on mahtuvuse kaotanud;

katoodtakisti šuntkondensaator on vananenud ja kaotanud seetõttu mahtuvuse;

alaldaja silumisfiltri paispoolis esineb lühiskeerde; sama on maksev ka valjuhääldaja ergutusmähise kohta, kui viimast kasutatakse filtri paispoolina;

madalsagedusosa pingevõimendaja lambi võreühendus on halvasti varjestatud;

lambi varje ühendus šassiiga on puudulik.

Raginad. Vastuvõtjas esinevate raginate põhjused võivad olla järgmised:

helitugevusregulaatori-potentsiomeetri takistusrõnga pind on kulunud;

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

lainelüliti kontaktid on mustunud või deformeerunud;

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

ebapüsiv ühendus antenni vooluringis, sageli antenni- või maandusputksis;

lampidevahelise sidestuskondensaatori dielektrik on halb;

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

võrgutrafo primaarmähise toitepingete ümberlüliti (110, 127, 220 V) või sulavkaitse omab puuduliku kontakti;

võrgupistik (kontaktkahvel) omab seinakontaktiga või vastuvõtja võrgujuhtmega halva (sädeleva) ühenduse;

välisantenn (tavaliselt ta isoleerimata vertikaaljuhe) puutub liikumisel kokku metallesemega, nagu plekk-katusega, veetorudega jne., või on antennijuhtmes ebakindel kontakt;

vastuvõtjasse sisenevad antenni ja võrgujuhtmete kaudu tööstuslikud või atmosfäärilised häired.

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

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;
pöördkondensaatori plaadid on kinnitusest lahti ja seetõttu klirisevad;
valjuhääldaja magnetsüsteemi õhupilusse on sattunud võõrkeha (tavaliselt rauapuru);
valjuhääldaja helist vibreeriv skaalaosuti puutub vastu skaalaklaasi;
vastuvõtja tagaseina kruvid, pöörad või seibid on lahtised;
võrgutrafo südamiku plekid on lahtised ja võnguvad.

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 oma õigetes pesades.

Edasi peab tähele panema, et kui mõni lampidest on asendatud teisetüübilisega, siis peab viimasega olema kohandatud ka küttepinge, katood-, anood- ja varivõretakistus, võimsusvõimendaja lambi puhul ka sobitustrafo.

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

Vastuvõtja osade ja astmete korrasolekut kontrollitakse alltoodud järjekorras:

1) vastuvõtja toiteosa;
2) võimsusvõimendusaste ja valjuhääldaja;
3) madalsageduse pingevõimendusaste;
4) detektoraste;
5) vahesagedusvõimendusaste;
6) muundusaste;
7) kõrgsagedus-eelaste;
8) antenniring;
9) võimenduse automaatne reguleerseadis;
10) optiline häälestusindikaator.

Vastuvõtja astme proovimist tuleb alustada elektronlampide korrasoleku kontrollimisega. Kui elektronlambid on korras, tuleb mõõta võr-

gust tarbitavat võimsust ning pingete, voolude ja takistuste suurusi üksikutes astmetes. Juhul kui vastuvõtja kõik üksikosad ja ühendused on korras, kuid vastuvõtt on nõrk ning selektiivsus halb, vajab vastuvõtja häälestamist.

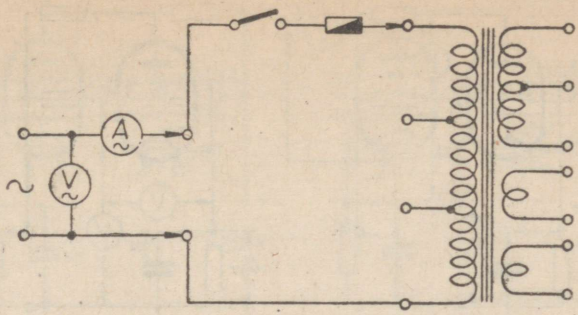
Elektronlampide proovimine. Põhilised vead, nagu kütteniidi katkestus, elektroodidevahelised lühised, emissioonvoolu vähenemine, kütteniidi ja katoodi vahelise isolatsioonitakistuse langus ning elektroodide ühenduse katkemine, on hõlpsasti avastatavad lambitestriga. Kuid lambitestriga ei saa täpselt määrata elektronlampide vigu, mis põhjustavad vastuvõtul mitmesuguseid moonutusi ja häireid (klirinaid, vilesid, raginaid jne.) ning lambi kalduvust genereerimisele. Seepärast on soovitav paljuelektroodilisi lampe, näiteks 6А7, 6Л7, 6И1П jt., proovida korras vastuvõtjal, mis on varustatud samatüübiliste lampidega.

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 järgmisel põhjusel: lambi kütteniidi üks ots on tavalistes lülitustes ühendatud šassiiga (maandatud) ning katoodi juhtmes asetseb eelpingetakistus, mis kütteniidi ja katoodi vahelise halva isolatsiooni tõttu lühistub; loomulikult jääb nüüd lamp eelpingeta, mis põhjustabki ta anoodvoolu suurenemist ning sellest tingituna anoodpinge langust. Seepärast ei ole lambi proovimisel ülearune kontrollida ka ta kütteniidi ja katoodi vahelist isolatsioonitakistust. Viimase suuruse määramiseks võib eduga kasutada huumlamp-indikaatorit. Kui proovimisel huumlambi elektroodide vahel ei teki roosakat helendust, on kütteniidi ja katoodi vaheline isolatsioonitakistus küllaldane, vastasel korral aga puudulik.

Vastuvõtja poolt võrgust tarbitava võimsuse mõõtmine. Võrgust tarbitava võimsuse mõõtmiseks ühendatakse vastuvõtja vahelduvvoolu ampermeetri kaudu võrku ning viimase pinget mõõdetakse vahelduvvoolu voltmeetriga, nagu see on näidatud joonisel 96. 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 nimipingega, s. o. 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 võrgutrafo või mõned teised üksikosad.

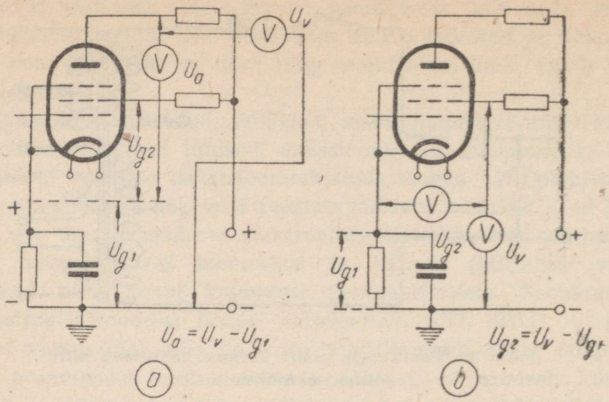


Joon. 96. Vastuvõtja poolt võrgust tarbitava näivvõimsuse mõõtmine.

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 paiknemise ja ta iseloomu üle. Iseehitatud vastuvõtjate kontrollmõõtmistel tuleb juhinduda antud vastuvõtja ehituskirjeldusest ja elektronlampide andmetest.

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 vahesagedusvõimendajate lampidele antakse madalad eelpinged (mõni volt), siis see mõõtetulemusi eriti ei mõjuta. Sama maksab ka mõne madalsagedusvõimendaja lambi, näiteks jugatetroodi 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. 97). Näiteks vajab lamp УО-186 250-V anoodpinge juures eelpinget 37 V. Sel puhul peaks voltmeeter anoodi ja šassii vahel näitama $U_{\text{v}} = 287$ V ja anoodi ning katoodi vahel $U_{\text{a}} = 250$ V (tegelik anoodpinge).

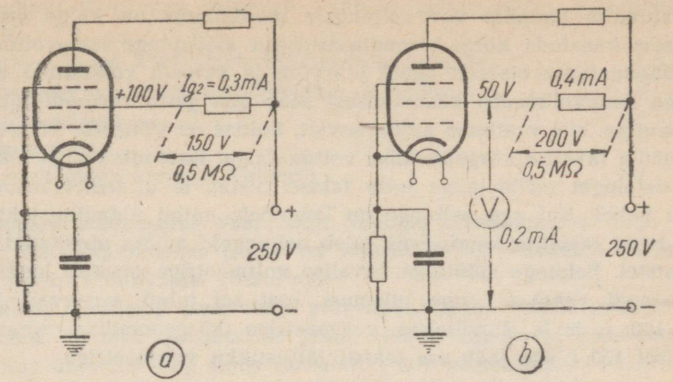


Joon. 97. Elektronlampidele rakendatava pinge mõõtmine: *a* — anoodpinge mõõtmine, *b* — varivõrepinge mõõtmine.

Anood- ja varivõrepingete mõõtmistel lambi vastava elektroodi ja šassii vahel jääb voltmeeter oma sisetakistusega rööbiti anood- või varivõrevooluringi ühendatud takistiga. On viimase takistus võrreldes voltmeetri takistusega suur, tekivad paratamatult eksitavad mõõtevead, s. o. voltmeetri näidud on tegelikest pingetest väiksemad. Üeldut aitab selgitada järgnev näide.

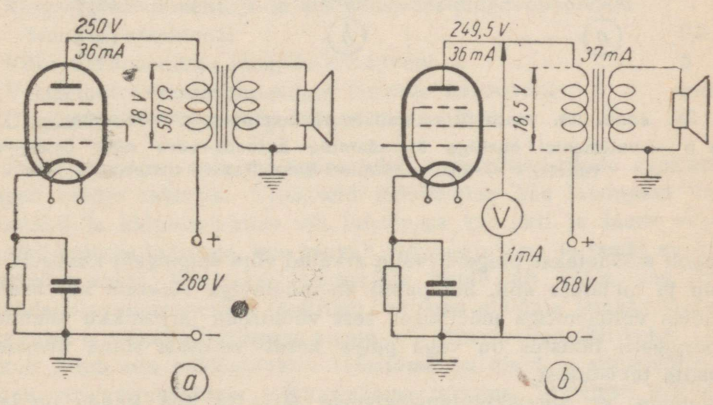
Lambi varivõretakisti ettenähtud suuruseks on 0,5 MΩ, mistõttu 0,3-mA varivõrevoolu ja 250-V anoodpinge puhul peab varivõrele rakenduma pinge 100 V, nagu see on toodud joonisel 98, *a*. Oletame, et varivõrepinge mõõtmiseks kasutatakse voltmeetrit tundlikkusega 2 mA ja mõõteulatusega 500 V, mis ühendatakse šassii ja varivõre vahele. Selgub, et voltmeeter näitab 100 V asemel ainult 50 V. Nimetatud nähtust on võimalik seletada järgmiselt. Voltmeetri voolutarvitus 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 $U = IR = 0{,}0004 \cdot 500000 = 200$ V (joon. 98, *b*). Toodud näitest selgub, et suuri takistusi sisaldavates vooluringides tuleb mõõtevigade vältimiseks kasutada suure sisendtakistusega voltmeetrit (näit. lampvoltmeetrit).

Kui kasutada sama voltmeetrit võimsusvõimendaja lambi anoodpinge mõõtmiseks, on viga tunduvalt väiksem. Selgitame seda näitega. Olgu anoodtoite allika pinge 268 V, anoodvool 36 mA ja sobitustrafo takistus 500 Ω. Enne mõõtmist tekitas sobitustrafo primaarmähises kulgenud vool selles pingelangu $U_t = I_a R_a = 0{,}036 \cdot 500 = 18$ V. Lahutades viimase anoodtoite allika pingest, leiame tegeliku pinge lambi anoodil, s. o.



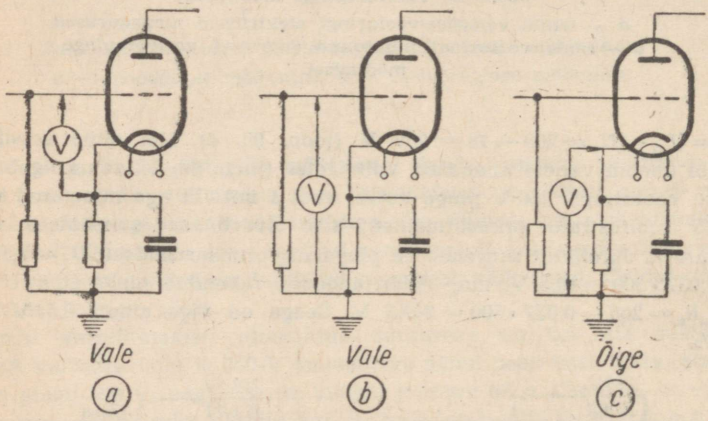
Joon. 98. Varivõrepinge mõõtmine:
a — lambi varivõre-vooluringi elektrilised nimisuurused,
b — sama vooluringi muutunud suurused varivõrepinge mõõtmisel.

$U_a = U_A - U_t = 268 - 18 = 250$ V (joon. 99, *a*). Kui nüüd šassii ja lambi anoodi vahele ühendada voltmeeter (joon. 99, *b*), siis kulgeb viimase vooluringis 250-V pinge korral vool 1 mA. Et aga nimetatud vool läbib sobitustrafo 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%.



Joon. 99. Võimsusvõimendaja lambi anoodpinge mõõtmine:
a — lambi anoodvooluringi elektrilised nimisuurused, *b* — sama vooluringi muutunud suurused anoodpinge mõõtmisel.

Vastuvõtja lampide võre-eelpingete mõõtmiseks on kõige otstarbekohasem kasutada kõrge sisendtakistusega alalispinge lampvoltmeetrit, mis ühendatakse otseselt lambi tüürvõre ja katoodi kontaktide vahele. Et aga lampvoltmeetri kasutamisest saab olla juttu 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 100, *a* ja *b*, šunditakse voltmeetriga kõrgeoomiline võretakisti. Joonisel 100, *c* aga jääb see takisti järjestikku voltmeetriga.



Joon. 100. Vastuvõtja lampide võre-eelpingete mõõtmine:
a ja *b* — voltmeetri ebaõige ühendamine katoodi—võre ning šassii—võre vahele, *c* — õige mõõtmine katoodtakisti otstelt.

Sageli mõõdetakse pingeid (välja arvatud võre-eelpinged) kaudselt, s. o. voolu ja takistuse abil. Sel puhul on mõõteviga väiksem kui madalaoomilise 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 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 kõrgsagedusvõimendaja lampidel	1,5 ... 3
Võre-eelpinge võimsusvõimendaja lampidel	2 ... 50
Varivõrepinge	15 ... 275
Anoodpinge	20 ... 250
Üldalalispinge alaldaja katoodil	200 ... 450

Voolude mõõtmiseks vastuvõtja lampide vooluringides tuleb alalisvoolu milliampermeeter (sobiv on selleks tester) ühendada järjestikku mõõtmisele kuuluvasse vooluringi.

Näitena vaatleme vastuvõtja kõrgsagedusastme lambi varivõrevoolu mõõtmist. Selleks joodetakse lahti varivõretakisti ja üldplussjuhtme vaheline ühendus ning sinna lülitatakse milliampermeeter. Kuna mõõtejuhtmete kasutamine rikub kõrgsagedusastme häälestust või tekitab tagasisidestust (viimast ka madalsagedusastmeis), siis peab ühendama mõõteriistaga rööbiti induktiivsusvaba kondensaatori mahtuvusega 10000 pF kuni 0,1 μF, mis laseb varivõrevoolu vahelduvkomponendi mõõteriistast mööda. Voolude mõõtmisel madalsagedusastmetes tuleb mõõteriista šuntimiseks kasutada suurema mahtuvusega kondensaatorit — kuni 1 μF.

Takistussidestuses madalsagedus-pingevõimendaja lambi anoodvoolu mõõtmisel on õige lülitada milliampermeeter anoodtakistusega järjestikku ühendatud filtertakisti ja üldplussjuhtme vahele.

Vastuvõtjate mitmesugustes vooluringides võivad kulgeda järgmised voolud mA:

Varivõrevool	0,1 ... 10
Kõrgsagedusvõimendaja ja madalsagedus-pingevõimendaja lampide anoodvool	0,2 ... 8
Võimsusvõimendaja lampide anoodvool	5 ... 72
Vastastakt-võimsusvõimendaja lampide anoodvool	kuni 150
Üldalalisvool võrgutoitega vastuvõtjates	40 ... 150

Peale pinge ja voolu mõõtmise tuleb vastuvõtjas rikete avastamiseks sageli mõõta takistusi. Viimaseid 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, lülitatakse vastuvõtja voolu alt välja ning seejärel mõõdetakse oommeetriga (testriga) takistust alaldaja lambipesa katoodkontakti ja vastava lambipesa anood- või varivõrekontakti vahel. Loomulikult liitub siin mõõdetavasse takistusse ka alaldaja silumisfiltri paispooli või valjuhääldaja ergutusmähise takistus. Takistuse mõõtmiseks lambipesa kontakti ja šassii vahel toimitakse samuti nagu eespool kirjeldatud, s. o. vastuvõtja lülitatakse võrgust välja ning sooritatakse vastavad mõõtmised. Tuleb meeles pidada, et takistusi tohib mõõta

ainult vooluta vastuvõtjas, sest vastasel korral on oommeeter läbipõlemise ohus.

Kui mõõdetavad takistid on rööbistatud väikese dielektrikutakistusega kondensaatoritega, siis mõõtmisel lambipesa kontaktide ja šassii vahel saame tegelikust väiksema näidu, eriti suureoomiliste takistite puhul. Kui tekib kahtlus, et kondensaatori dielektrikutakistus on väike, tuleb kondensaator ühte otsa pidi lahti joota ning seejärel kontrollida ta dielektrikutakistust huumlampindikaatoriga.

Kui takistuste mõõtmisel oommeeter näitab lühist, on selge, et takistiga rööbiti ühendatud kondensaator on lühises (tavaliselt takistid ei lühistu, vaid vastupidi, nende takistus riknemisel suureneb).

Takistuste mõõtmiseks on sobiv kasutada takistuse ja mahtuvuse mõõtesilda. Kui aga mõõdetava takistiga asuvad rööbiti kondensaatorid või järjestikku paispoolid, siis peab kasutama alalisvoolu-mõõtesilda. Vahelduvvoolu-mõõtesilla kasutamisel tuleb paispoolid lühistada ning kondensaatorid lahti ühendada. Hõlpus on takistusi mõõta oommeetri või avomeetriga (testriga), kuigi nende mõõtetäpsus on sildade täpsusest väiksem.

Vastuvõtja häälestamine signaalgeneraatorita. Supervastuvõtja nõrga vastuvõtu, madala tundlikkuse, halva selektiivsuse ja moonutuste põhjuseks on peamiselt vastuvõtja vahesagedus- või ostsillaator- ning sisendvõnkeringide ebatäpne häälestus. Normaalselt toimub vastuvõtja nimetatud võnkeringide häälestamine signaalgeneraatori abil. Et aga väiksemates remonditöökodades ja iseehitajatel signaalgeneraator tavaliselt puudub, siis kirjeldatakse alljärgnevalt vastuvõtja häälestamise meetodeid, mille puhul saab läbi ilma signaalgeneraatorita.

Vastuvõtja häälestamist alustatakse esimese meetodi järgi vahesageduse võnkeringidest. Selleks valitakse kesklaine astmikul umbes skaala keskel püsiva helitugevusega nõrgem, kuid siiski selgelt kostev ringhäälingujaam. Tugevasti kostvat jaama ei ole soovitav valida, sest siis ei toimu häälestamine täpselt. Jaamade kuuldavuse nõrgendamiseks on otstarbekohane kasutada lühikest (tundlike vastuvõtjate juures paari meetri pikkust) toaantenni. Vastuvõtja optiline häälestusindikaator toimib häälestamisel indikaatorina. Teiseks indikaatoriks on valjuhääldaja või täpsema häälestuse saamiseks viimase asemele ühendatud peatelefonid. Kui vastuvõtjas on olemas ribalaiuse muutja, tuleb see reguleerida kitsale ribale, s. t. väikseimale sidestustugevusele vahesageduse primaar- ja sekundaarvõnkeringide vahel. Viimaste häälestamiseks tuleb keerata võnkeringide poolide raudsüdamikke, s. o. muuta nende asukohta piki pooli telge seni, kuni valitud jaam on kuulda maksimaalse helitugevusega. Et häälestamise ebaõnnestumisel oleks hiljem võimalik taastada südamike endist asukohta, on soovitav enne häälestamist märkida pliiatsiga südamiku asend poolialuse suhtes ning märkida, kui palju keerde ja missuguses suunas südamikke keerati. Sõltuvalt poolide

raudsüdamike kujust ja mõõtmetest tuleb häälestamiseks kasutada spetsiaalseid isoleermaterjalist valmistatud toruvõtmeid või kruvikeerajaid. Otstarbekas on selline häälestamisvahend, mille üks ots on valmistatud toruvõtmena, teine aga kruvikeerajana.

Vanemates vastuvõtjates kasutati vahesageduse võnkeringide häälestamiseks sageli trimmereid. Sel puhul tuleb trimmerid reguleerida maksimaalsele helitugevusele.

Häälestamise täpsuse suurendamiseks on soovitav kasutada ligikaudu 10-mA mõõteulatusega milliampermeetrit, mis lülitatakse detektoripoolse vahesagedustrafo primaarmähise ja üldplussjuhtme vahele. Mõõteriist tuleb selle ühenduskohas kõrgsageduse suhtes lühistada 0,1-µF kondensaatoriga.

Mida täpsemalt on vahesageduse võnkeringid häälestatud, seda kõrgem on detektori sisendpinge ning koos sellega AVR pinge, mis sunnib vahesagedusvõimendaja lambi anoodvoolu langema. Järelikult vastab täpsele häälestusele milliampermeetri minimaalne hälve. Vastupidiselt käitub aga viimase vahesagedustrafo sekundaarring, mille häälestamisel milliampermeeter näitab resonantsi puhul voolu vaevalt märgatavat suurenemist.

Häälestamist alustatakse viimase vahesagedustrafo primaarvõnkeringiga, siis häälestatakse järjekorras esimese vahesagedustrafo sekundaar- ja primaarvõnkering ning lõpuks teise vahesagedustrafo sekundaarvõnkering.

Järgnevalt võib alustada lainealade häälestamist. Kuna tänapäeva vastuvõtjatel on suuremalt osalt igas laineastmikus iseseisvad poolid, siis on ükskõik, millisest laineastmikust häälestamist alustada.

Kui vastuvõtjas ei ole kõrgsagedus-eelastet, siis kuuluvad häälestamisele sisend- ja ostsillaatorvõnkering. Nende võnkeringide poolid on varustatud keeratavate kõrgsagedusraudsüdamikega ning rööbiti poolidega on ühendatud trimmerid. Ostsillaatorvõnkeringi lühenduskondensaator on tavaliselt kindla mahtuvusega, ainult mõnedes kõrgekvaliteedilistes vastuvõtjates on lühenduskondensaatoriga ühendatud rööbiti trimmer. Enne häälestamisele asumist reguleeritakse trimmerid keskasendisse, et pärast oleks võimalik nende mahtuvust nii suurendada kui ka vähendada.

Kesklaine häälestamiseks seatakse vastuvõtja skaala osuti laineastmiku lühemas osas teatud saatja nimetusele või sagedusele vastavasse punkti (näiteks 1350 kHz) ning seejärel reguleeritakse ostsillaatori trimmer milliampermeetri minimaalsele hälbele. Kui aga töötav saatja ei ole kuuldav, tuleb osuti edasi-tagasi nihutamisega leida saatja ning trimmeri ja osuti reguleerimisega paigutada ta õigele asukohale skaalal.

Järgnevalt tuleb häälestada sama laineastmiku lõpuosa. Selleks valitakse saatja laineastmiku lõpupiirkonnas (ligikaudu 580 kHz) ning toi-

mitakse analoogiliselt laineastmiku alguse häälestamisega, kuid nüüd reguleeritakse ostsillaatori pooli kõrgsagedusraudsüdamikku.

Edasi tuleb vastuvõtjale ettenähtud vahesageduse tekitamiseks kokku häälestada sisend- ja ostsillaatorvõnkering. Selleks reguleeritakse varem valitud sageduspunktides, laineastmiku alguses trimmeriga ja lõpus raudsüdamikuga, sisendvõnkeringi resonantsisagedust seni, kui milliampermeeter näitab minimaalset hälvet. Seejärel kontrollitakse ja täpsustatakse häälestamist endistel punktidel mitu korda, nagu ostsillaatori häälestamiselgi. Seega on kesklaine häälestatud. Analoogiliselt tuleb toimida ka pikk- ja lühilainete häälestamisel.

Teise meetodi kohaselt toimub vastuvõtja häälestamine järgmiselt.

Muunduslambi anood ühendatakse ajutise juhtmega teise (detektoripoolse) vahesagedustrafo primaarmähisega, s. o. vahesagedusvõimenduslambi pesa anoodkontaktiga. Seejärel eemaldatakse nimetatud vahesageduslamp pesast ning vastuvõtja häälestatakse kesklainel 1400... 1450-kHz sageduse piirides töötavale ringhäälingusaatjale. Nüüd reguleeritakse teise vahesagedustrafo raudsüdamikke seni, kuni saatja kostab maksimaalse helitugevusega. Edasi kõrvaldatakse ajutine ühendusjuhe, vahesageduslamp asetatakse oma pesasse tagasi ning esimene vahesagedustrafo häälestatakse samuti saatja maksimaalsele helitugevusele. Pärast seda on soovitav veel kontrollida mõlemate vahesagedustrafode häälestuse täpsust. Järgnevalt võib asuda ostsillaatorvõnkeringi häälestamisele. Ka nüüd valime kesklaine lühemate lainete osas ringhäälingusaatja (võib olla sama mis vahesageduse häälestamiselgi) ning reguleerime ostsillaatori trimmeri maksimaalsele helitugevusele, nii nagu see toimus esimese meetodi puhul. Samuti toimime kesklaine pikemate lainete osas, kusjuures teostame reguleerimist ostsillaatorvõnkeringi pooli raudsüdamikuga. Kui ostsillaatorvõnkering on varustatud trimmeriga, raudsüdamikuga ja reguleeritava lühenduskondensaatoriga, tuleb skaala algus häälestada trimmeriga, keskkoht (ligikaudu 375 m) raudsüdamikuga ja lõpp lühenduskondensaatoriga. Nagu juba eespool nimetatud, peab häälestamist nimetatud järjekorras paar-kolm korda kordama. Kirjeldatud viisil toimub ostsillaatori häälestamine ka teistel laineastmikkudel.

Järgnevalt võib asuda sisendvõnkeringi häälestamisele, mis toimub, nagu juba teada, algul kesklaineastmiku alguses sisendvõnkeringi trimmeri ja lõpus pooli raudsüdamiku reguleerimisega. Jällegi tuleb häälestuse täpsustamiseks seda paaril korral korrata. Analoogiliselt häälestatakse ka pikk- ja lühilaine. Kui vastuvõtjas on kõrgsagedusaste, häälestatakse see viimasena ja samuti kui sisendvõnkeringki.

Kolmas häälestamise meetod põhineb supervastuvõtja omadusel vastu võtta üht ja sama saatjat kahel erineval ostsillaatorsagedusel, s. o. saatja sagedusest vahesageduse võrra kõrgemal või sama võrra madalamal ostsillaatorsagedusel.

Häälestamiseks selle meetodi kohaselt joodetakse sisendvõnkeringi pöördkondensaatori sektsiooni ühendused vastuvõtja skeemist lahti ning nimetatud kondensaator asendatakse teise, iseseisvalt häälestatava pöördkondensaatoriga. Viimase staatori külge ühendatakse antenn, mis antud juhul kujutab endast paari meetri pikkust traaditükki. Nüüd on võimalus iga ringhäälingusaatjat vastu võtta skaala kahes erinevas punktis.

Kesklaineastmikus valitakse ligikaudu 1500-kHz sagedusega töötav ringhäälingusaatja. Nüüd võib õige vahesageduse, näiteks 465 kHz puhul, valitud saatjat kuulata järgmistel ostsillaatorsagedustel:

$$f_{ü} = f_{v} + f_{s} = 465 + 1500 = 1965 \text{ kHz}$$

ja

$$f_{a} = f_{s} - f_{v} = 1500 - 465 = 1035 \text{ kHz},$$

kus $f_{ü}$ ja f_{a} — vastavalt ostsillaatori ülemine ja alumine sagedus;

f_{v} — vahesagedus;

f_{s} — vastuvõetava saatja sagedus (signaalisagedus).

Seejuures peab ülemisel ja alumisel ostsillaatorsagedusel vastuvõtja skaalaosuti vastavalt näitama:

$$f'_{osuti} = f_{ü} - f_{v} = 1965 - 465 = 1500 \text{ kHz}$$

ja

$$f''_{osuti} = f_{a} - f_{v} = 1035 - 465 = 570 \text{ kHz}.$$

Siin f'_{osuti} ja f''_{osuti} on punktid skaalal, kus vahesagedusel 465 kHz peab olema kuuldav 1500-kHz sagedusega töötav saatja.

Kui aga ülalnimetatud sageduspunktides saatjat ei ole kuulda, tuleb vastuvõtjat häälestada. Praktiliselt toimub see alljärgnevalt.

Algul reguleeritakse asenduskondensaator minimaalsele mahtuvusele ning leitakse selles piirkonnas 1500-kHz sagedusega töötav saatja. Kui häälestus ei ole õige, siis vastuvõtja skaalaosuti ei paikne 1500-kHz sageduspunktis, vaid sellest paremal või vasakul ja seda kaugemal, mida enam on vastuvõtja ebahäälestatud. Nüüd asenduskondensaatorit enam ei puudutata ning ta jääb kogu häälestamise ajaks asendisse, mille juures sisendvõnkering on häälestatud sagedusele 1500 kHz. Siis nihutatakse vastuvõtja häälestusnupu pööramisega skaalaosuti 1500-kHz sageduspunktile lähemale, mistõttu saatja helitugevus hakkab langema. Ostsillaatorvõnkeringi trimmeri ja vahesagedustrafode raudsüdamike reguleerimisega peab saatja tulema uuesti kuuldavale. Edasi nihutatakse osuti 1500-kHz sageduspunkti suunas ning jällegi häälestatakse ostsillaator- ja vahesagedusvõnkeringe seni, kuni saatja ilmub hästi kuuldavale. Seda toimingut tuleb jätkata seni, kuni saatja on 1500-kHz skaalasagedusel kuuldav maksimaalse tugevusega.

Järgnevalt valitakse asenduskondensaatori mahtuvuse suurendamisega teadaoleva sagedusega saatja (näiteks 600 kHz) skaala lõpus. Seejärel teostatakse häälestamist samuti kui eespool kirjeldatud, ainult nüüd tuleb ostsillaatorvõnkeringi häälestada kas lühenduskondensaatori mahtuvuse muutmisega või pooli raudsüdamiku asendi reguleerimisega. Kui aga ostsillaatorvõnkeringi häälestamiseks on ette nähtud nii trimmer, raudsüdamik ja muudetava mahtuvusega lühenduskondensaator, siis tuleb, nagu juba eespool mainitud, skaala algus häälestada trimmeriga, keskkoht raudsüdamikuga ja lõpp lühenduskondensaatoriga.

Pärast seda ühendatakse asenduskondensaator lahti ning rakendatakse vastuvõtjas tööle ta sisendvõnkeringi kuuluva pöördkondensaatori sektsioon. Nüüd häälestatakse sisendvõnkering saatja vastuvõtul skaala alguses ja selle lõpus. Seejuures peab meeles pidama, et skaala algus häälestatakse sisendvõnkeringi trimmeriga ja lõpp selle võnkeringi raudsüdamikuga. Sellega on vastuvõtja häälestamine kesklainel lõpetatud. Pikk- ja lühilaine häälestamine toimub analoogiliselt kesklaine häälestamisega, kusjuures vahe seisneb ainult selles, et nüüd ei tule enam vahesagedustrafosid reguleerida.

Kirjeldatud meetod on eriti sobiv täpse skaalaga vastuvõtjate häälestamiseks. Asenduskondensaator tuleb valida selline, et ta oma plaatide kujult ja mahtuvuselt oleks võimalikult lähedane vastuvõtja sisendvõnkeringi kondensaatorile.

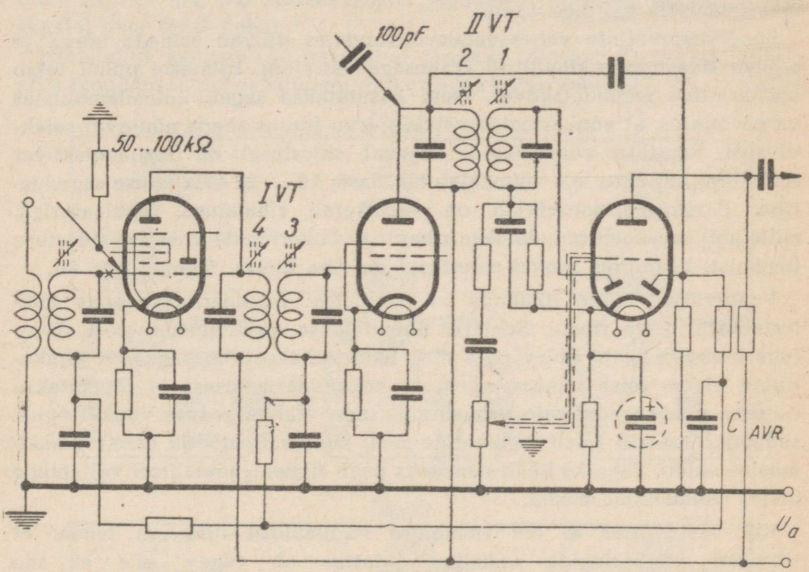
Vastuvõtja häälestamine signaalgeneraatoriga. Supervastuvõtja häälestamiseks on vajalik signaalgeneraator, mis kataks sagedusala 150 kHz kuni 20 MHz ning võimaldaks saada 10 ... 100 μV piirides reguleeritavat väljepinget. Generaatori kandesagedus peab olema moduleeritud 400-Hz helisagedusega 30% sügavuselt. Häälestamiseks on tarvilikud veel väljemõõtja, häälestuvõtmed ja -kruvikeerajad. Supervastuvõtja täielik häälestamine koosneb vahesagedusvõimendaja, ostsillaatori ja kõrgsagedusvõimendaja või sisendvõnkeringi häälestamisest.

Vahesagedusvõimendajat tuleb häälestada eriti hoolikalt, sest sellest sõltub kõige suuremal määral vastuvõtja tundlikkus, selektiivsus ja vastuvõetava heli kvaliteet.

Veidi ebahäälestatud vahesagedusvõimendaja häälestamiseks ühendatakse signaalgeneraatori väljejuhe otseselt muunduslambi tüürvõrega (signaalvõrega), nagu hiljem ostsillaatori häälestamiselgi, mil generaatori väljejuhe ühendatakse tüürvõrega aperioodiliselt. Sisendvõnkering tuleb lahti lülitada joonisel 101 ristikesega märgitud kohalt. Seda on lihtne teha vastuvõtjates, kus kasutatakse muunduslampe, mille signaalvõre kontakt asetseb lambi klaas- või metallkesta peal (näiteks muundusheptoodil 6A8). Sel puhul eemaldatakse lambilt kontaktkübar ning viimase asemele ühendatakse signaalgeneraatori väljejuhe. Võrele kogunevate elektronide ärajuhtimiseks tuleb signaalvõre ühendada šas-

siiga ligikaudu 50-kΩ takisti kaudu. Teist tüüpi muunduslampide (näiteks 6A7, 6A10, 6A2П, 6И1П) puhul tuleb sisendvõnkeringi võrepoolne ots lahti joota ja generaatori väljejuhe ühendada lambipesa signaalvõre kontaktiga. Ka siin tuleb võre ühendada šassiiga 50-kΩ takisti kaudu.

Tugevasti ebahäälestatud vahesagedustrafode puhul on tarvis häälestamist alustada detektoripoolsest vahesagedustrafost. Selleks ühendatakse signaalgeneraatori väljejuhe 100-pF mahtuvusega tõkestuskondensaatori kaudu vahesageduslambi anoodiga (vt. joon. 101). Esimeses järjekorras häälestatakse teise vahesagedustrafo (II VT) sekundaarvõnke-



Joon. 101. Supervastuvõtja vahesageduse võnkeringide häälestamise järjekord ja signaalgeneraatori väljejuhtme külgeühendamise punktid.

ring *1* ja seejärel primaarvõnkering *2*. Kui teine vahesagedustrafo on häälestatud, ühendatakse signaalgeneraatori väljejuhe muunduslambi tüürvõrega ning häälestatakse algul esimese vahesagedustrafo (I VT) sekundaarvõnkering *3* ja pärast seda primaarvõnkering *4*.

Kogu häälestamise ajaks peab AVR olema välja lülitatud. Selleks tuleb AVR-i ühendusjuhe, mis suundub vahesagedus-, muundus- ja kõrgsageduslambi võredele, ühendada šassiiga, mistõttu nimetatud lampide tüürvõred jäävad automaatse võimenduse reguleerseadise poolt tekitatud eelpingeta. Kõige lihtsam on AVR-i välja lülitada ta silumisfiltri kondensaatori C_{AVR} (joon. 101) lühistamise teel.

Väljemõõtja ühendatakse võimsusvõimendaja lambi anoodi ja šassii vahele või siis rööbiti sobitustrafo primaar- või sekundaarmähisega.

Vahesageduse võnkeringide häälestamine toimub nende poolide raudsüdamike asendi reguleerimisega või vanematüübilistes vastuvõtjates trimmerkondensaatorite mahtuvuse muutmisega. Sõltuvalt poolide raudsüdamike või trimmerite ehitusest peab häälestamiseks kasutama isoleermaterjalist vastava kujuga häälestusvõtmeid või -kruvikeerajaid.

Kui vastuvõtja instruktsioonis ei ole antud erijuhiseid, tuleb vahesagedust häälestada kesklainel, kusjuures pöördkondensaatori rootori plaadid peavad olema välja keeratud. Helitugevuse regulaator keeratakse maksimaalsele helitugevusele.

Supervastuvõtjate vahesagedusvõimendajas võivad esineda nõrga ja tugeva sidestusega ribafiltrid (vahesagedustrafod). Esimeste puhul tekib üheharjaline resonantskõver. Neid kasutatakse sageli kolmelambilistes vastuvõtjates, et võnkeringide väikese arvu juures saada nõutavat selektiivsust. Ribafiltri võnkeringide tugeval sidestusel on resonantskõver ristküliku kujuline, mis võimaldab läbi lasta 10 ... 20 kHz laiuse sagedusriba. Paremad vastuvõtjad on varustatud ribalaiuse regulaatoriga, mille abil tavaliselt muudetakse ribafiltri võnkeringide vahelise sidestuse tugevust, kusjuures nõrgal sidestusel on riba kitsas, tugeval aga lai.

Vastuvõtjad, mille ribalaius on muudetav, reguleeritakse enne häälestamist kitsale ribale. Seejärel ühendatakse signaalgeneraatori väljejuhe muunduslambi tüürvõrega ning häälestatakse vahesageduse võnkeringid alates teise vahesagedustrafo sekundaarmähisest ja lõpetatakse esimese vahesagedustrafo primaarmähisega. Vahesageduse võnkeringide südamike asendit tuleb reguleerida seni, kuni väljemõõtja annab maksimaalse näidu. Täpseks häälestamiseks peab signaalgeneraatori väljepinge olema võimalikult madal.

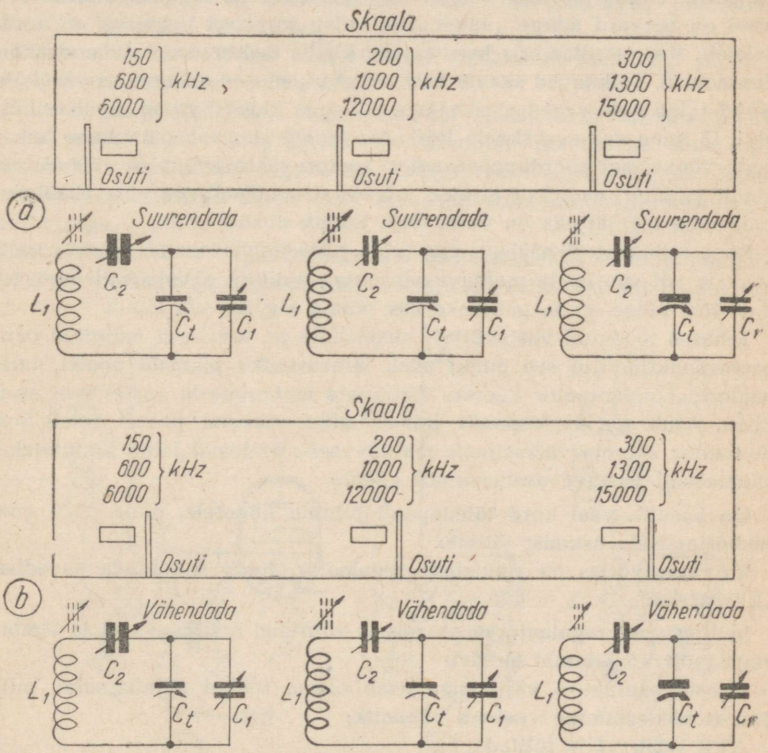
Kui vastuvõtjas ei ole ribalaiuse regulaatorit ning on teada, et ribafiltri võnkeringide vaheline sidestus on tugev, siis ei saa eespool kirjeldatud häälestamismeetodit kasutada. Sel puhul on vaja ühe sidestatud võnkeringi häälestamise ajaks sellega sidestatud teine võnkering summutada. Selleks kasutatakse 200 ... 400-pF kondensaatorit või 30-kΩ takistit, mis ühendatakse rööbiti võnkeringi pooliga. Ühendamise hõlbustamiseks on soovitav kondensaatori või takisti külge joota lühikesed alligaatorklemmidega varustatud isoleeritud juhtmed. Häälestamine kulgeks antud juhul järgmiselt.

Signaalgeneraatori väljejuhe ühendatakse vahesageduslambi tüürvõrega ning summutatakse teise vahesagedustrafo sekundaarvõnkeringi häälestamise ajaks sama trafo primaarvõnkering (anoodvõnkering). Järgnevalt summutatakse sekundaar- ja häälestatakse primaarvõnkering. Esimese vahesagedustrafo häälestamiseks ühendatakse signaalgeneraatori väljejuhe muunduslambi tüürvõrega ja summutatakse selle trafo sekundaarvõnkeringi häälestamiseks ta primaarvõnkering. Siis toimitakse

vastupidi, s. o. summutatakse sekundaar- ja häälestatakse primaarvõnkering.

Pärast vahesageduse võnkeringide häälestamist toimub vastuvõtja ostsillaatori häälestamine. Enne selle häälestamist on tarvis teada, missugust mõju avaldavad ostsillaatorvõnkeringi rööbitise mahtuvuse (trimmer), induktiivsuse (raudsüdamik) ja järjestikuse mahtuvuse (lühenduskondensaator) suuruste muutmine saatjate asetusele vastuvõtja skaalal. Joonistel 102, *a* ja *b* on ülevaatlikult näidatud, missugust ostsillaatorvõnkeringi elementi (trimmerit, südamikku või lühenduskondensaatorit) tuleb reguleerida, kui mitmesugustel sagedustel töötavad saatjad ei asu skaalal oma õigel kohal.

Nimetatud joonistel on kasutatud järgmisi tähiseid: C_1 — vastuvõtja pöördkondensaatori ostsillaatorvõnkeringi kuuluv sektsioon, C_2 — lühen-



Joon. 102. Ostsillaatorvõnkeringi häälestuselementide mõju sageduste paiknemisele vastuvõtja skaalal:

a — sagedused on nihkunud skaalal oma õigetest punktidest vasakule,

b — sagedused on nihkunud paremale.

duskondensaator, C_t — trimmerkondensaator ja L_1 — nihutatava raudsüdamikuga ostsillaatorvõnkeringi pool. Jooniste koostamisel on võetud aluseks, et vastuvõtja on igal laineastmikul täpselt häälestatav kolmes punktis, s. o. kõrgematel sagedustel trimmeriga, keskmistel sagedustel raudsüdamikuga ja astmiku madalamatel sagedustel lühenduskondensaatoriga. Asub näiteks skaalaosuti laineastmiku keskosas, skaalal märgitud sageduspunktist vasakul (joon. 102, *a*), tuleb osuti nihutamiseks ta õigesse asukohta suurendada ostsillaatorvõnkeringi induktiivsust, s. o. keerata raudsüdamikku pooli sisse. Seepärast on joonise keskosas märge „suurendada" ning pooli tingmärk on toodud paksult. Teise näitena oletame, et 1300-kHz sagedusega töötav saatja on vastuvõtjas kuuldav, kui osuti asetseb skaalal märgitud 1300-kHz sageduspunktist palju paremal. Vastavalt joonisele 102, *b* peab nüüd vähendama trimmeri mahtuvust nii palju, et saatja oleks kuuldav skaala 1300-kHz sageduspunktis. Joonisel on seekord märge „vähendada" ning trimmeri tingmärk on antud paksult. Kui ostsillaatoris kasutatakse kindla mahtuvusega lühenduskondensaatorit, paiknevad skaala keskmised sagedused mõnevõrra vasakule. Nüüd tuleb neid sagedusi skaalaga sobitada induktiivsuse reguleerimise abil. Ei anna see aga skaala keskosas tagajärgi, peab painutama ostsillaatorvõnkeringi pöördkondensaatori rootori sektoreid, mida võivad teha ainult vilunud raadiokorrastajad. Algajatel tavaliselt see võte ebaõnnestub, mille tagajärjeks on vastuvõtja täielik ebahäälestus.

Enne ostsillaatori häälestamist tuleb pöördkondensaator keerata väikseimale või suurimale mahtuvusele ning kinnitada skaalaosuti tugevasti veonööri külge, et ta paikneks kas skaala alguses või lõpus.

Tehases toodetud vastuvõtjate skaaladele on tavaliselt märgitud osuti asetuspunktid. Kui see punkt asub laineastmiku pikemal poolel, tuleb häälestuskondensaator keerata suurimale mahtuvusele vastavasse asendisse. Asub aga asetuspunkt laineastmiku lühemal poolel, tuleb kondensaator keerata väikseimale mahtuvusele. Mõlemal juhul kinnitatakse skaalaosuti vastava asetuspunkti kohale.

On kasulik veel kord tähelepanu juhtida nõuetele, mida peab enne häälestamisele asumist täitma:

kui vastuvõtjas on ribalaiuse regulaator, tuleb see seada asendisse „kitsas riba";

helitugevuse regulaator peab seisma suurimal helitugevusel ja tämbriregulaator kõrgematel helidel;

signaalgeneraatori väljepinge peab olema viidud miinimumini, mille juures häälestamine veel on võimalik;

AVR tuleb välja lülitada;

signaalgeneraatori maandus peab olema kokku ühendatud vastuvõtja maandusega;

häälestamise ajaks ei tohi poolidelt või pöördkondensaatorilt eemaldada nende varjeid.

Kui mehaaniline töö on lõpetatud, s. o. häälestuskondensaatori algja lõppmahtuvuste kohaselt osuti asukoht skaalal täpsustatud, pööratakse osuti vastuvõtja häälestamisnupuga häälestamiseks ettenähtud punkti. Nüüd muudetakse vastavalt häälestuspunkti asukohale skaalal kas C_t, L_1 või C_2 (kolmes punktis häälestamine) või C_t või L_1 (kahes punktis häälestamine) suurusi seni, kuni väljemõõtja näitab maksimaalset hälvet. Juhul kui vastuvõtja skaalal ei ole häälestuspunktid märgitud ja kui nende kohta puuduvad andmed ka vastuvõtja kirjelduses, võib eduga kasutada joonistel 102, *a* ja *b* näidatud sagedusega häälestuspunkte.

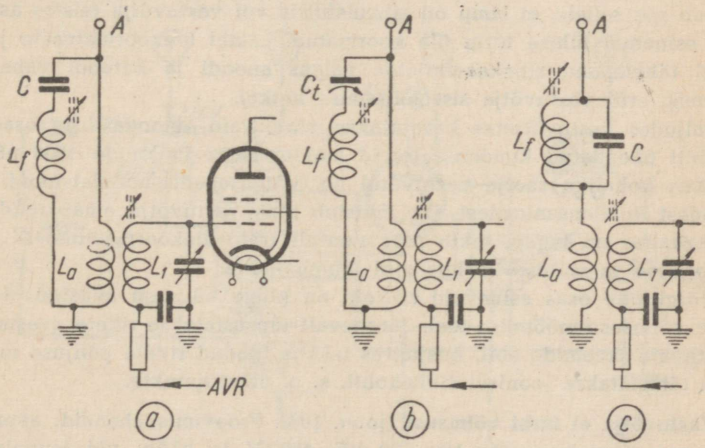
Et enamiku vastuvõtjate ostsillaatorites on kasutatud kindla mahtuvusega lühenduskondensaatorit, siis sel juhul kujunevad häälestuspunktide sagedused järgmisteks:

Raudsüdamikuga (L_1) häälestamisel: kesklainel 560 kHz, pikklainel 160 kHz, lühilainel 6600 kHz.

Trimmerkondensaatoriga häälestamisel: kesklainel 1300 kHz, pikklainel 4100 kHz, lühilainel 13 500 kHz.

Häälestamist nii skaala algul kui ka lõpus tuleb korrata paaril korral seni, kuni induktiivsuse ja trimmeri mahtuvuse muutmine ei avalda vastuvõtu tugevusele märgatavat mõju. Antud lainealastmiku häälestamine lõpetatakse tavaliselt trimmeri mahtuvuse reguleerimisega.

Vastuvõtja eel- või sisendvõnkeringi häälestamiseks kesk- ja pikklainel ühendatakse signaalgeneraatori väljejuhe vastuvõtja antennipuksiga



Joon. 103. Vahesageduse läbilaske- ja tõkestusfiltrite skeemid:
a — raudsüdamikuga häälestatav läbilaskefilter, b — trimmeriga häälestatav läbilaskefilter, c — raudsüdamikuga häälestatav tõkestusfilter.

200-pF mahtuvusega kondensaatori ja lühilaineil 100-Ω takisti kaudu. Häälestuspunktid on nende võnkeringide häälestamisel samad, mis ostsillaatori juureski. C_t või L_1 suuruste muutmisega saavutatakse väljemõõtja maksimaalne hälve.

Vahesageduse tõkestus- ja läbilaskefiltrite võnkeringide häälestamiseks seatakse signaalgeneraator vahesagedusele ning ta väljejuhe ühendatakse antennipuksiga. Järgnevalt muudetakse raudsüdamikuga filtri võnkeringi induktiivsust või trimmeriga ta mahtuvust seni, kuni väljemõõtja annab minimaalse näidu. Joonisel 103, *a* on toodud muudetava induktiivsusega ja joonisel 103, *b* muudetava mahtuvusega vahesageduse läbilaskefiltrite skeemid, kuna joonisel 103, *c* on antud muudetava induktiivsusega vahesageduse tõkestusfiltri skeem.

3. RIKKED VASTUVÕTJA VÕRGUTOITE OSAS

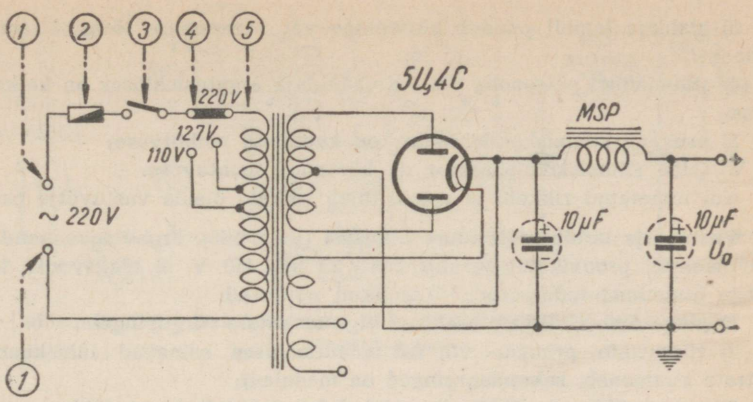
Üldiselt. Praktika näitab, et suurem hulk rikkeid esineb võrgutoitega vastuvõtjates just toiteosas, eriti aga kaitsmetes ja alaldaja silumisfiltri elekrolüütkondensaatorites. Sageli võib võrgutoite osas ilmnevaid rikkeid avastada klaaskolviga alaldajalambi lähemal vaatlemisel. Kui otsese küttega lambi kütteniit on katkenud ühest kohast, osutab see kas lambi vanadusele või uue lambi korral defektsele kütteniidile. Pärast rikkis lambi asendamist korrasolevaga töötab vastuvõtja jälle laitmatult. Kui aga alaldaja lambi kütteniit on katkenud paljudest kohtadest, viitab see sellele, et lamp oli silumisfiltris või vastuvõtja teistes astmetes esinenud lühise tõttu üle koormatud. Lambi ülekoormatusele juhib veel tähelepanu sinakas-violetne valgus anoodi ja katoodi vahelises ruumis, eriti vastuvõtja sisselülitamise hetkel.

Paljudes vastuvõtjates kasutatakse võrgutrafo anoodmähise osadega rööbiti ühendatud kondensaatoreid 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.

Võrgutoite osas esinevaid rikkeid on kõige hõlpsam avastada tarbitava võimsuse mõõtmise teel. Järgnevalt täpsustatakse rikete avastamist vastavate skeemide abil, kusjuures tekstis toodud rikete põhjuse numbriga tähistatakse joonisel rikkekohti, s. o. proovipunkte.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 104). Proovimisvahendid: avomeeter, proovikondensaator 10...20 μF, 450 V ja hõõg- või huumlampindikaator. Rikke võimalikud põhjused on järgmised:

1) võrgujuhe või -pistik vigane;
2) kaitse läbi sulanud;



Joon. 104. Võrgutoite osa proovipunktid, kui vastuvõtja ei tarbi võimsust.

3) võrgulüliti vigane;

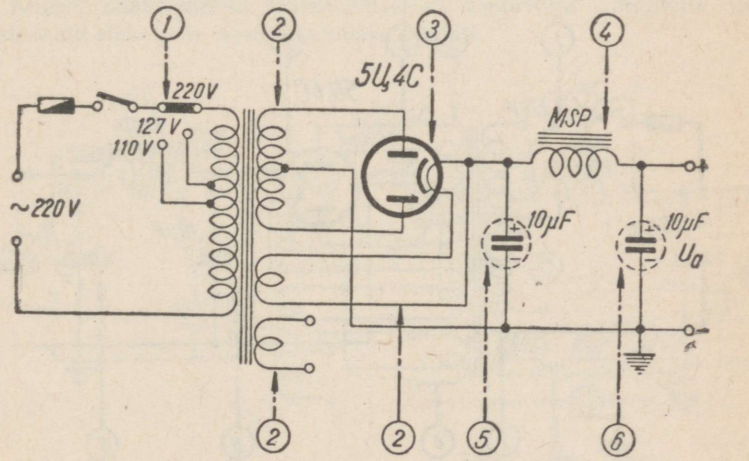
4) pingeümberlüliti vigane;

5) võrgutrafo primaarmähises katkestus.

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 105). Proovimisvahendid on samad mis eelmisel juhul. Rikke põhjused võivad olla järgmised:

1) pinge ümberlüliti on asetatud pingele 220 V, kui tegelik võrgupinge on ainult 127 V;

2) trafo anood- või küttemähistes on katkestus;



Joon. 105. Võrgutoite osa proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib võimsust piiratult.

3) alaldaja lambil puudub küttepinge või vananemise tõttu täisemissioon;

4) silumisfiltri paispoolis või valjuhääldaja ergutusmähises on katkestus;

5) esimene silumiskondensaator on kaotanud mahtuvuse;

6) teine silumiskondensaator on kaotanud mahtuvuse.

Kui nimetatud rikkeid ei esine, tuleb rikkeid otsida vastuvõtja osas.

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 106). Proovimisvahendid: avomeeter, proovikondensaator 10...20 μF, 450 V ja alalisvoolu toitega huumlamp-indikaator. Võimalikud põhjused:

1) pinge ümberlüliti on asetatud liiga madalale võrgupingele;

2) võrgutrafo primaar- või sekundaarmähises esinevad lühiskeerud (trafo kuumeneb, sekundaarpinged on madalad);

3) anoodmähisega rööbiti ühendatud kondensaatoris on lühis;

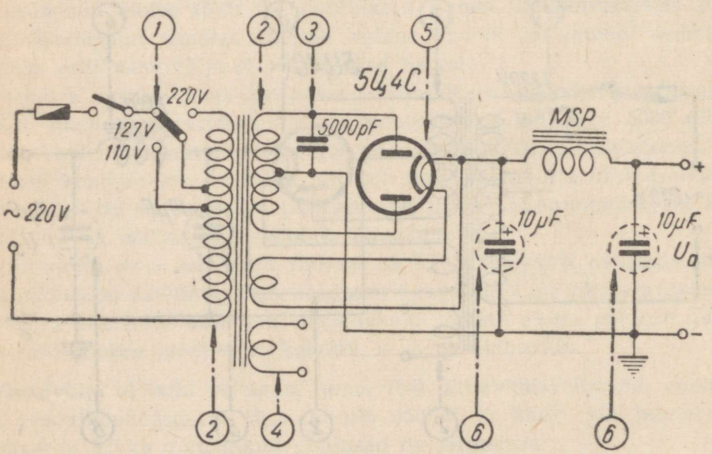
4) lühis vastuvõtulampide või skaalalampide pesas;

5) lühis alaldaja lambi katoodi ja anoodi vahel;

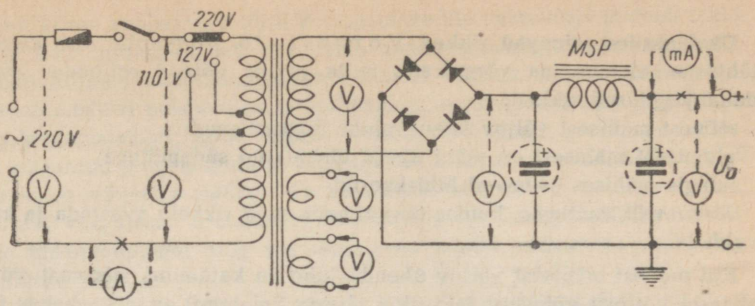
6) lühis esimeses või teises silumiskondensaatoris (esimesel juhul on alaldaja lamp üle koormatud, teisel — kuumeneb paispool või valjuhääldaja ergutusmähis).

Kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust, siis tuleb ta lülitada võrku ainult nii kauaks, kui on tarvilik vea avastamiseks, sest vastasel korral võivad tekkida uued rikked ja kahjustused.

Kui võimsuse tarbimine on ülemäära suur, tuleb vastuvõtja viivitamatult võrgust välja lülitada. Seejärel võetakse vastuvõtjast välja alaldaja lamp või ühendatakse lahti seleenalaldaja. On pärast seda võimsuse



Joon. 106. Võrgutoite osa proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust.

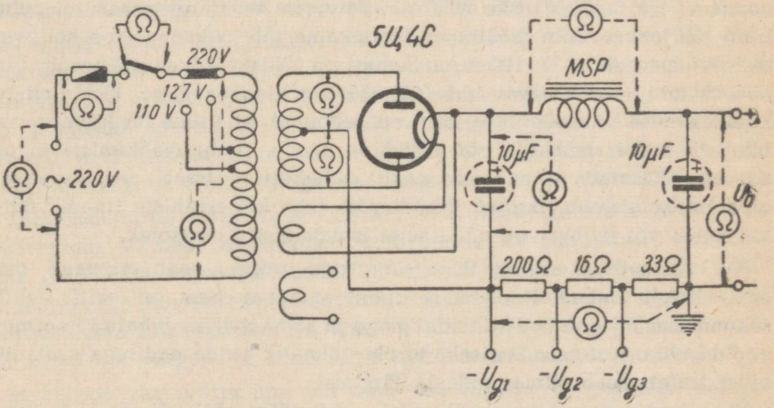


Joon. 107. Volt- ja ampermeetri rakenduspunktid rikete avastamiseks võrgutoite osas.

tarbimine ikkagi suur, tuleb lahti joota võrgutrafo kõrgepingemähise ja šassiivahelised häirete kõrvaldamise kondensaatorid (kui need on olemas). Kui nüüd viga ei kõrvaldunud, peab lahti jootma silumisfiltri elektrolüütkondensaatorite ühendused (nimetatud kondensaatorite lühise puhul on võrgust võetav võimsus suur). On ka pärast seda võimsuse tarbimine ülemäära suur, tuleb viga, s. o. lühist otsida lampide kütteringides või skaalavalgustuslampide pesades. Kui kõik nimetatud proovimised ei andnud tulemusi, tuleb kontrollida võrgutrafot.

Joonistel 107 ja 108 on näidatud kohad, kuhu tuleb ühendada volt-, amper- või oommeeter võrgutoite osas esineda võivate rikete avastamiseks. Joonisel 107 ristikesega märgitud kohtades tuleb ampermeetri lülitamiseks vooluringi ühendus lahti joota.

Allpool analüüsitakse üksikasjalisemalt vastuvõtja võrgutoite osas esinevaid rikkeid ja nende tekkimise põhjusi.



Joon. 108. Oommeetri rakenduspunktid rikete avastamiseks võrgutoite osas.

Üksikosades esinevad rikked. *Võrgutrafo.* Võrgutoite ossa kuulub tähtsama elemendina võrgutrafo, mille juures võivad esijoones avalduda järgmised rikked:

mõnest mähisest väljuv ühendusjuhe on katkenud;

alumisest mähisest on mõni keerd ühendatud südamikuga;

mingis mähises esinevad lühiskeerud.

Järgnevalt vaatleme, kuidas on võimalik neid rikkeid avastada ja kõrvaldada.

Kui mõnest mähisest väljuv ühendusjuhe on katkenud, siis vastuvõtja ei tarbi võrgust võimsust ja vaikib täiesti. Sel juhul on otstarbekas jälgida võrgutrafost väljuvaid mähiste otsi ja nende jooteid. Väga sageli peitub viga nimelt halbades jootekohtades. Kui ühendusjuhe on katkenud, kuid ta ots asub siiski väljaspool mähist, tuleb seda jootmise teel jätkata vajaliku pikkuseni. Et võrgutrafodel 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 vastavat materjali (presspan, hetinaks jm.) 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. Seejuures peab aga teadma, et sellise trafo puhul on šassii maanduse suhtes pingestatud, mispärast elektrilöögi 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 20 ... 100 mA. Samuti on lühiskeerdude olemasolu tunnuseks tühijooksus oleva trafo ülemäärane kuumenemine. Kui üleliigse kuumenemise või mõõtmise järgi on selgunud, et trafos on lühiskeerud, tuleb ta ümber mähkida või asendada uuega. Ümbermähkimisel ei ole soovitav kasutada sama trafo pealt mahakeritud traati, sest tavaliselt on selle isolatsioon rikutud. Erandi võib teha küttemähiste traadi kohta, kui silma või luubiga on näha selle isolatsiooni korrasolek.

Kui vastuvõtjas asendatakse võrgutrafo 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 väljevõimsuse ja tundlikkuse langust;

liialt kõrge anoodpinge tõttu koormatakse üle vastuvõtja lambid, takistid ja kondensaatorid, mis põhjustab nende enneaegset riknemist.

Liialt kõrgeid anoodpingeid on võimalik vältida, kui ühendada alaldaja silumisfiltri paispooliga (valjuhääldaja ergutusmähisega) järjestikku pingelangetustakisti, mille suurus arvutatakse Ohmi seadusega vastavalt etteantud pingelangule ja seda takistit läbivale voolule. Selle takisti suurust on võimalik määrata ka katselisel teel.

Pärast võrgutrafo asendamist teisetüübilisega peab mõõtma vastuvõtja üldanoodpinget ning võrdlema seda tehase andmetega vastuvõtja kirjelduse järgi.

Elektrolüütkondensaatorid. Nagu juba mainiti, on suur hulk võrgutoite osa rikkeid põhjustatud vigastest elektrolüütkondensaatoritest. Viimase vead avalduvad põhiliselt nende lühistumises või mahtuvuse kaotamises.

Esimese (alaldajalambi-poolse) silumiskondensaatori juures esineb kõige rohkem läbilöögi võimalusi, sest sellele kondensaatorile rakendub vastuvõtja sisselülitamise hetkel otsese küttega alaldajalambi või seleenalaldaja korral 20% kõrgem pinge kui siis, kui vastuvõtja juba töötab. Mainitud kondensaatori lühistumisel suureneb alaldaja lambi anoodvool mitmekordseks, mistõttu lamp hävib. Sel põhjusel on soovitav valida esimene silumiskondensaator kõrgema tööpingega kui teine. Elektrolüütkondensaator võib kõrgema pingepulsi juures ka ajutiselt lühistuda ning pinge langedes töötada normaalselt edasi. Vastuvõtja sisselülitamisel, mil kaudse küttega võimenduslampide katoodid ei ole veel jõudnud kuumeneda, kuna otsese küttega alaldajalamp juba emiteerib, on anoodvoolu tarvitus peaaegu null ja sel põhjusel anoodpinge liiga kõrge. Sel hetkel tavaliselt tekivadki elektrolüütkondensaatorites lühised, mis pärast, pinge madaldudes, kõrvalduvad. Nimetatud nähe kajastub ka alaldaja lambis, mille katoodi ja anoodi vahelises ruumis tekib vastuvõtja sisselülitamisel sinakas-violetne valgus, mis varsti kaob.

Alaldaja silumisfiltri elektrolüütkondensaatorid võivad pärast neis tekkinud lühise kõrvaldumist kaotada suuremal või väiksemal määral oma ettenähtud mahtuvuse. Kui mahtuvuse kaotab esimene kondensaator, põhjustab see anoodpinge tunduvat langust. Teise elektrolüütkondensaatori mahtuvuse vähenemine toob vastuvõtjas esile tugeva võrgumüra. Vähenenud mahtuvusega kondensaatorid tuleb asendada uutega.

Kondensaatorite mahtuvuse määramiseks tuleb kasutada mahtuvuse mõõtesilda. Viimase puudumisel võib rikkis kondensaatori avastamiseks rakendada asendusmeetodit. Selleks valitakse vajaliku mahtuvuse ja tööpingega korras elektrolüütkondensaator, mis ühendatakse rööbiti kahtlustatava kondensaatoriga. Kui sel juhul anoodpinge muutub nimisuuruseni või võrgumüra kaob, ongi rikkis kondensaator avastatud.

Et vältida vastuvõtja ühe või teise osa riknemisel (näiteks elektrolüütkondensaatori lühistumisel) nende mõju korrasolevatele osadele (näi-

teks alaldaja lambile), peab alati kasutama normikohast kaitset, mille suurus on antud vastuvõtja ehituskirjelduses.

Vastuvõtjates, kus sageli esineb alaldaja filtri elektrolüütkondensaatorite lühistumine, on soovitav nende kondensaatorite plussjuhtmetesse ühendada eelkaitsmed, mille sulamisvool on väiksem vastuvõtja üldkaitsme sulamisvoolust. Lihtsamal juhul võib seesuguseks kaitseks kasutada väga peenikest (0,05 ... 0,09 mm) vasktraati, mis on ühendatud kondensaatori plussklemmi ja viimase ühendusjuhtme isoleeritud tugipunkti vahele.

S i l u m i s p a i s p o o l. Silumisfiltri raudsüdamikuga madalsagedus-paispoolis või seda asendavas valjuhääldaja ergutusmähises võivad esineda järgmised vead:

paispooli mähises on katkestus;

mähise mõni keerd on ühendunud südamikuga;

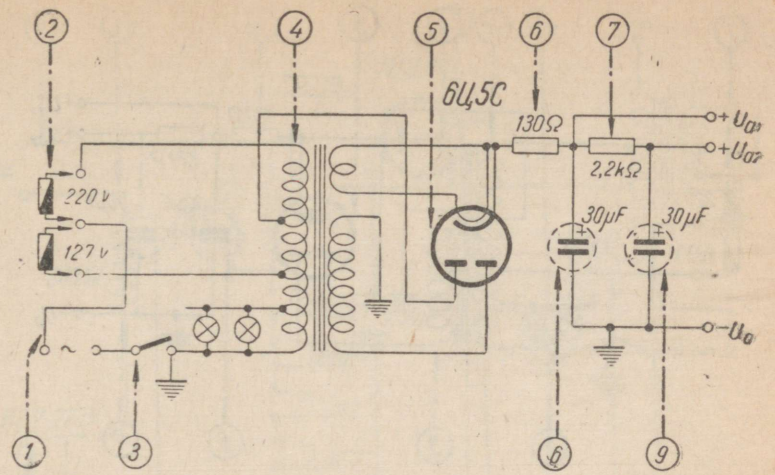
mähises esinevad lühiskeerud.

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 (valjuhääldaja ergutusmähise) mõlemad otsad skeemist lahti joota ja kontrollida mähise ning kere vahelise isolatsiooni headust kas huumlamp-indikaatoriga 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 (parafiiniga immutatud paberossipaber).

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 lainelisus, mis tekitab vastuvõtjas võrgumüra. Lühiskeerdudega paispool tuleb asendada uuega või juhul, kui mähise traadi 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 liialt 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 lainelisuse tõusu ja koos sellega võrgumüra suurenemise vastuvõtjas.

Rikkeid eritüüpi vastuvõtjate võrgutoite osas. Eritüüpi vastuvõtjate võrgutoite osas kasutatakse kas autotrafot (näiteks „Москвич-В") või ei



Joon. 109. Eritüüpi vastuvõtja („Москвич-В") võrgutoite osa proovipunktid, kui vastuvõtjа ei tarbi võimsust või tarbib seda piiratult.

ole neis vastuvõtjates üldse võrgutrafot, mispuhul seesuguseid nn. universaaltoitega vastuvõtjaid saab lülitada kas alalis- või vahelduvvoolu võrku. Võrgutoite osa skeemi erinevuse tõttu on ka mõned rikked neis, tavalise vastuvõtjaga võrreldes, teistsugused.

Järgnevalt vaatleme vastuvõtja „Москвич-В" võrgutoite osas esineda võivate rikete põhjusi. Proovimisvahendid: avomeeter ja kondensaator mahtuvusega 30 μF, pingele 300 V.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 109):

1) vastuvõtja võrgujuhe või -pistik pole korras;

2) võrgupinge ümberlüliti, s. o. käesoleval juhul sulavkaitse, asetseb ebaõigel poolel, mistõttu ta on läbi sulanud;

3) võrgulüliti pole korras;

4) trafo primaarmähises on katkestus.

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 109):

5) alaldaja lamp on defektne või kaotanud osaliselt emissiooni;

6) kaitsetakisti takistus on ülekuumenemise tõttu muutunud liialt suureks või on selles takistis katkestus;

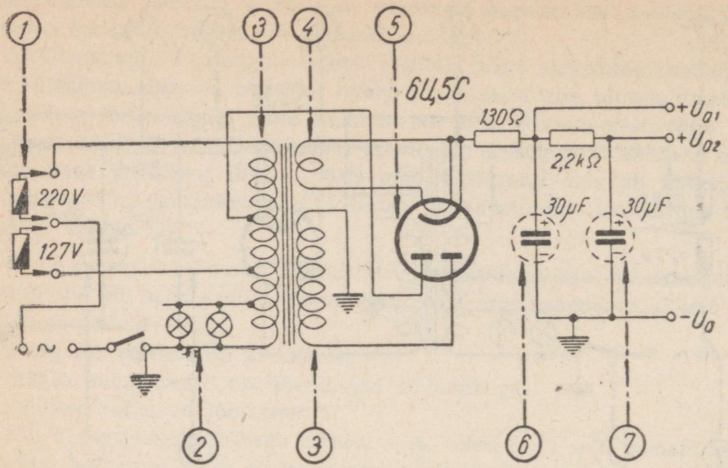
7) alaldaja filtri silumistakisti takistus on muutunud ülekuumenemisel ülemäära suureks või on see takisti läbi põlenud;

8) esimene silumiskondensaator on kaotanud mahtuvuse;

9) teine silumiskondensaator on kaotanud mahtuvuse.

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 110):

1) sulavkaitse on asetatud 127 voldile vastavasse asendisse, tegelik võrgupinge on aga 220 V;



Joon. 110. Eritüüpi vastuvõtja („Москвич-В") võrgutoite osa proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust.

2) lühis vastuvõtulampide küttetoite juhtmeis või skaalalampide pesades;

3) lühiskeerud võrgutrafo primaar- või sekundaarmähises;

4) lühiskeerud või lühis alaldaja lambi küttemähises või -juhtmetes;

5) alaldaja lambi soklis või sisemuses on lühis lambi katoodi ja anoodi vahel;

6) esimeses silumiskondensaatoris on lühis;

7) teises silumiskondensaatoris on lühis.

Kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust, tuleb teiste üksikosade riknemise vältimiseks teha vastavad mõõtmised kiirelt.

Universaaltoitega vastuvõtjate võrguosas võivad esineda allpool toodud rikked. Proovimisvahendid: volt- ja oommeeter (tester) ning proovikondensaator, mahtuvusega 20 ... 30 μF, tööpingega 450 V ning huumlamp-indikaator.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 111):

1) vastuvõtja võrgujuhe või -pistik on vigane;

2) võrgukaitse on läbi sulanud või on võrgupinge liialt madal (näiteks 110 V 220 V asemel);

3) eeltakisti 220-V võrgupingele on läbi põlenud;

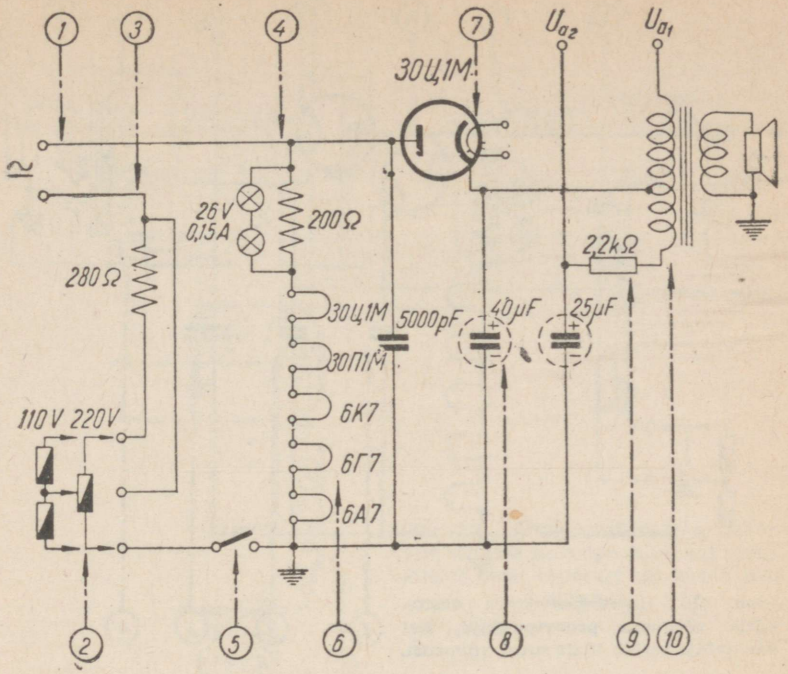
4) eeltakisti 110-V võrgupingele on läbi põlenud;

5) võrgulüliti pole korras;

6) ühel või ka mitmel vastuvõtulambil on katkenud kütteniit.

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 111):

7) alaldaja lamp on kaotanud emissiooni;



Joon. 111. Universaaltoitega vastuvõtja võrguosa proovipunktid, kui vastuvõtja ei tarbi võimsust või tarbib seda piiratult.

8) esimene silumiskondensaator on kaotanud mahtuvuse;

9) alaldaja filtri silumistakisti on läbi põlenud või katkenud;

10) sobitustrafo filtri paispoolina kasutatud mähiseosas on katkestus;

11) alalisvoolu-võrgutoite puhul on võrgupistik asetatud seinakontakti ümberpöördult.

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 112):

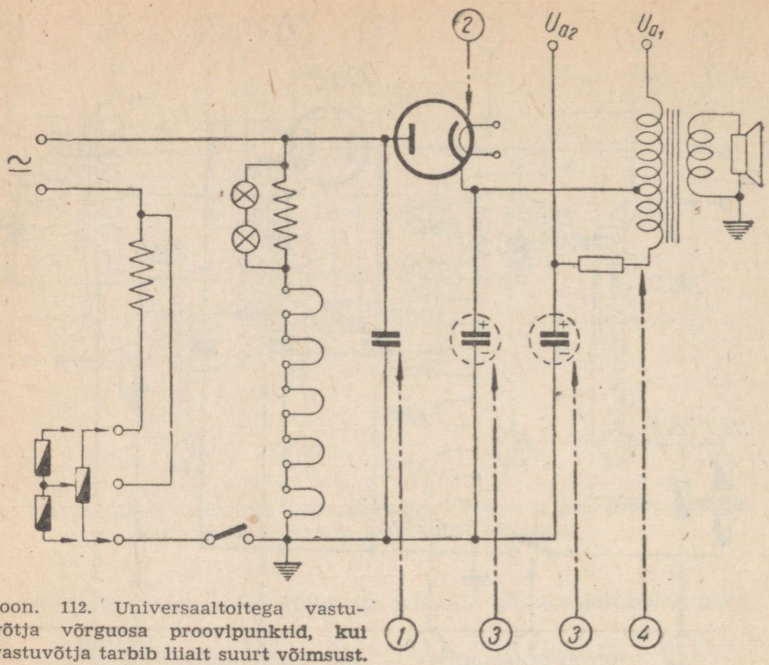
1) 500-pF mahtuvusega kondensaatori dielektriku takistus on järsult langenud;

2) alaldaja lambi katoodi ja kütteniidi vahel on lühis;

3) esimeses või teises silumiskondensaatoris on tekkinud lühis;

4) sobitustrafo primaarmähis on lühistunud südamikuga.

Rikked vibraatoralaldajas. Vibraatoralaldajates, mida kasutatakse tavaliselt autode raadiovastuvõtjate anoodpinge allikatena, võivad esineda järgmised rikked. Proovimisvahenditeks peab sel puhul olema volt- ja oommeeter ning proovikondensaator mahtuvusega 10 ... 20 μF, tööpingega 450 V.



Joon. 112. Universaaltoitega vastuvõtja võrguosa proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust.

Vastuvõtja ei tarbi võimsust (joon. 113):

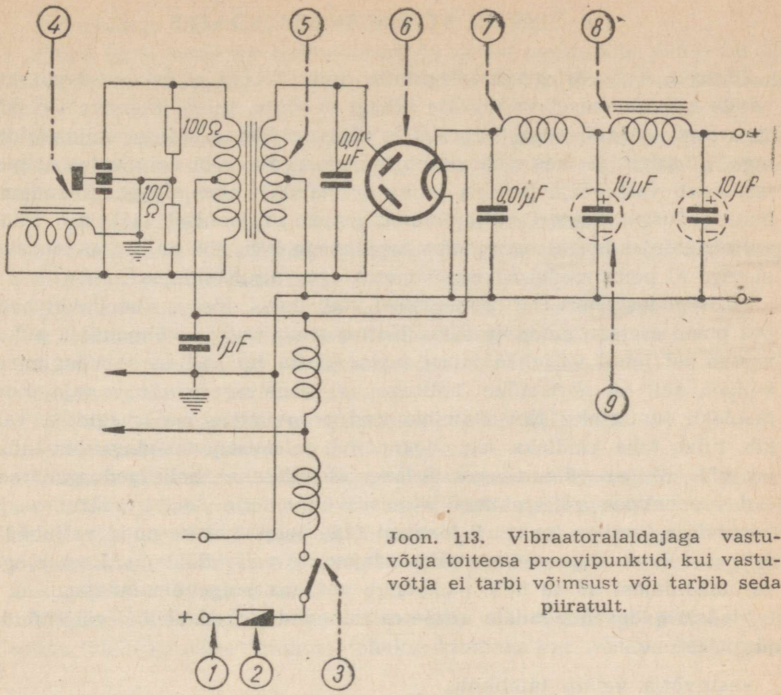
1) akust tulevates toitejuhtmetes on katkestus;
2) aku sulavkaitse on läbi sulanud;
3) aku lüliti pole korras.

Vastuvõtja tarbib võimsust piiratult (joon. 113):

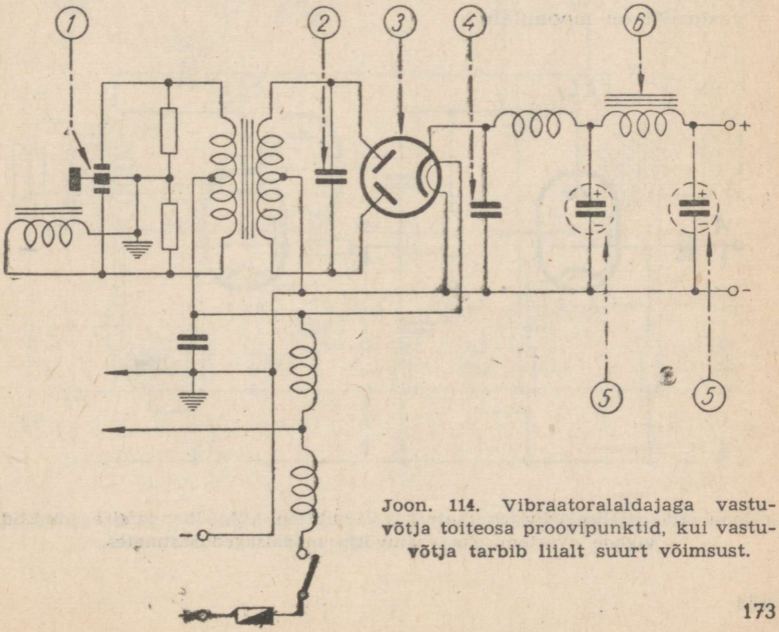
4) vibraatori ergutuspooli mähis on katkenud;
5) pinget tõstva trafo sekundaarmähises on katkestus;
6) alaldaja lamp on kaotanud emissiooni;
7) katkestus kõrgsagedus-paispoolis;
8) katkestus madalsagedus-paispoolis;
9) esimene silumiskondensaator on kaotanud mahtuvuse.

Vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust (joon. 114):

1) vibraatori ankru kontaktid on kokku keevitunud;
2) summutuskondensaatoris on lühis;
3) alaldaja lambi katoodi ja hõõgniidi või katoodi ja anoodi vahel on lühis;
4) 0,01-µF mahtuvusega kondensaatoris on lühis;
5) esimeses või teises silumiskondensaatoris on tekkinud lühis;
6) madalsagedus-paispooli mähis on lühistunud südamikuga, s. t. ühenduses šassiiga.



Joon. 113. Vibraatoralaldajaga vastuvõtja toiteosa proovipunktid, kui vastuvõtja ei tarbi võimsust või tarbib seda piiratult.



Joon. 114. Vibraatoralaldajaga vastuvõtja toiteosa proovipunktid, kui vastuvõtja tarbib liialt suurt võimsust.

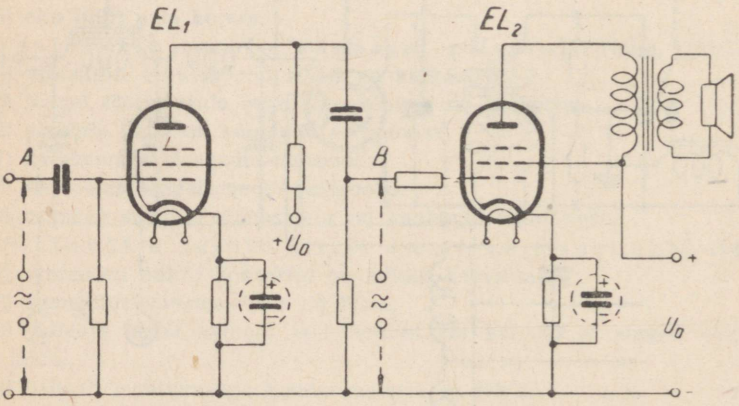
4. RIKKEID VÕIMSUSVÕIMENDAJAS

Üldiselt. Kui vastuvõtja võrgutoite osas rikkeid ei esinenud või kui nende kõrvaldamisel vastuvõtja ikkagi ei tööta, tuleb järgnevalt otsida viga madalsagedusastmetest, alates võimsusvõimendaja ja valjuhäälda-jaga. Et selgitada, kas rike peitub madalsagedus- või eelnevates astmetes, peab vastuvõtja helipea jaoks ettenähtud klemmidega ühendama helisagedusgeneraatori väljejuhtmed (punkt *A* joonisel 115). Kui nüüd valjuhääldajas kostab normaalse tugevusega heli, siis on see tunnuseks, et viga ei peitu madalsagedusastmetes ega valjuhääldajas.

Helisagedusgeneraatori puudumisel võib lambi võrega ühendatud helipea puksi asetada antennipistiku. Korras madalsagedusvõimendaja puhul kostab sel juhul valjuhääldajast tugev põrin. Ka heliplaadi mängimisel helipea abil on normaalne helitugevus madalsagedusvõimendaja korrasoleku tunnuseks. Kui ülalnimetatud proovimistel valjuhääldaja vaikib, tuleb teha kindlaks, kas viga peitub madalsagedus-pingevõimendajas või -võimsusvõimendajas. Selleks ühendatakse helisagedusgeneraatori või helipea väljejuhtmed võimsusvõimendaja lambi tüürvõre ja vastuvõtja šassiiga (punkt *B* joonisel 115). Juhul kui ka nüüd valjuhääldaja vaikib, on viga võimsusvõimendajas või valjuhääldajas. Kostab aga valjuhääldajast nõrka heli, peab viga peituma pingevõimendajas.

Madalsagedusvõimendaja astmetes esinevad rikked võivad väljenduda järgmiselt:

vastuvõtja vaikib täielikult;
heli on nõrgalt kuuldav;
vastuvõtt on moonutatud;



Joon. 115. Helisagedusgeneraatori väljejuhtme külgeühendamise punktid vigade avastamiseks vastuvõtja madalsagedusastmetes.

vastuvõtuga kaasuvad häired (müra, viled jne.).

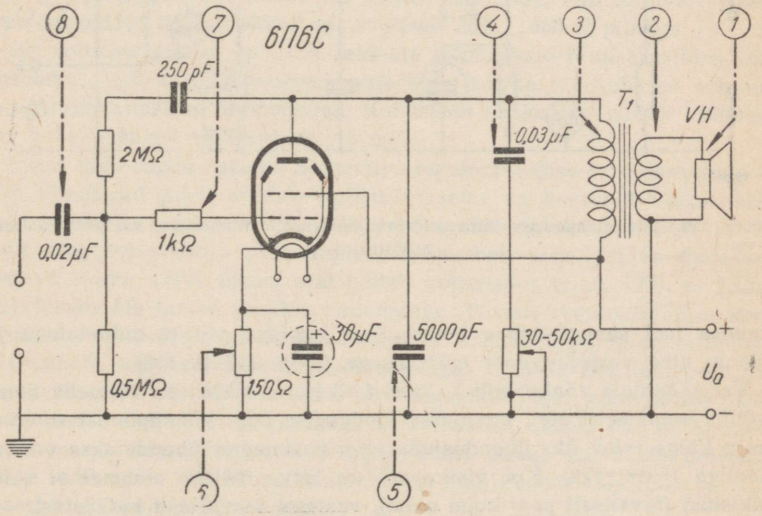
Rikke täpse asukoha määramiseks on tarvis kontrollida alltoodud järjekorras madalsagedusvõimendaja üksikosade ja ühenduste korrasolekut.

Puudub vastuvõtt. Kui eespool kirjeldatud meetodi kohaselt avastati, et rike peitub võimsusvõimendajas, võivad esinevate rikete põhjused olla järgmised (joon. 116):

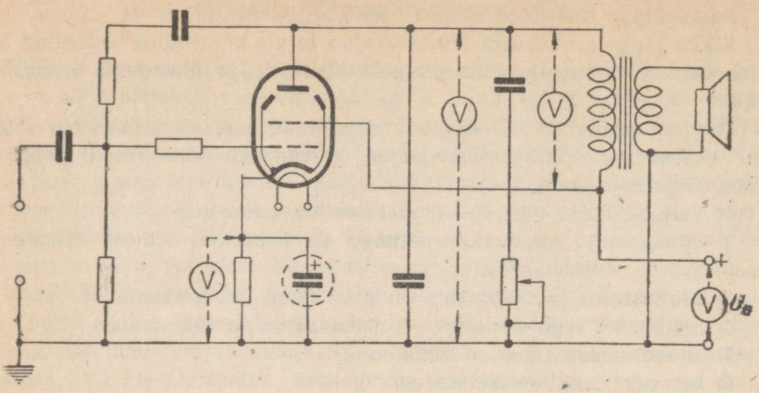
1) valjuhääldaja võnkepooli mähises on katkestus;
2) võnkepooli painduvad juhtmed on katkenud või on lühistunud sobitustrafo sekundaarmähis;
3) sobitustrafo primaarmähis on lühistunud või katkenud;
4) helitämbri reguleerseadise kondensaator on lühistunud;
5) anoodkondensaator on lühistunud;
6) katoodtakistis on katkestus;
7) kõrgsagedusvoolude summutustakistis on katkestus;
8) ülekandekondensaatoris on katkestus.

Võimsusvõimendaja astme vigade avastamiseks on vajalikud järgmised mõõteriistad, seadised ja üksikosad: helisagedusgeneraator, volt- ja oommeeter, milliampermeeter, huumlamp-indikaator ja proovimiseks valjuhääldaja, sobitustrafo, vastav võimsusvõimendaja lamp ning mitmesuguseid kondensaatoreid ja takisteid.

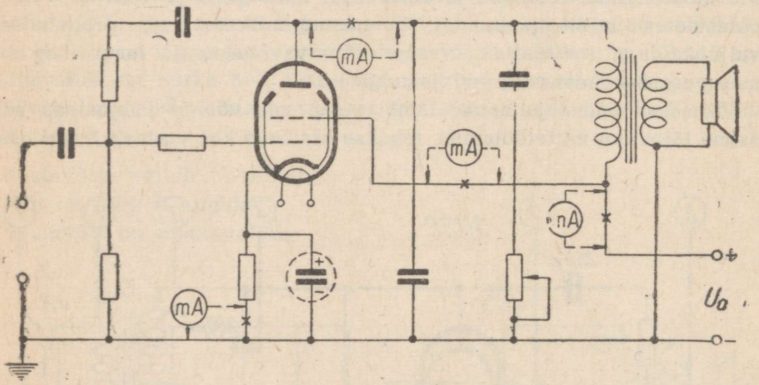
Võimsusvõimendaja astme lambi vead, mis võivad põhjustada selle astme täielikku mittetöötamist, tehakse kindlaks kas vastava lambi asen-



Joon. 116. Madalsagedus-võimsusvõimendaja astme proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel.



Joon. 117. Madalsagedus-võimsusvõimenduslambi anood-, varivõre- ja eelpinge mõõtmine.

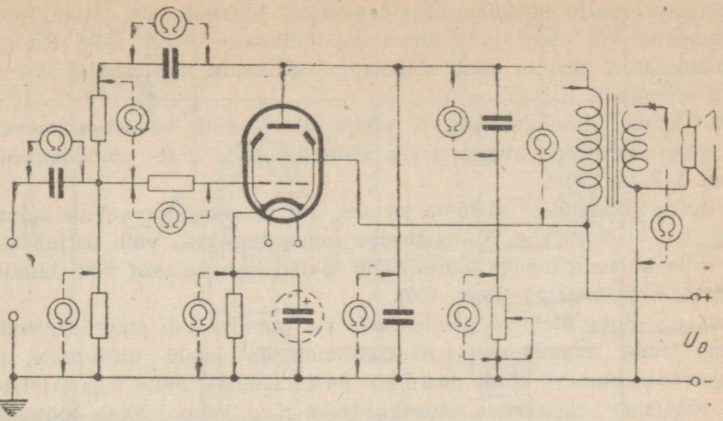


Joon. 118. Madalsagedus-võimsusvõimenduslambi anood- ja varivõrevoolude mõõtmine.

damise teel samatüübilise korrasoleva lambiga või ta anoodpinge ja -voolu ning varivõrevoolu mõõtmisega (joon. 117 ja 118).

Valjuhääldaja võnkepooli *1* (joon. 116) korrasolekut on võimalik kontrollida oommeetri abil, kusjuures joodetakse lahti võnkepoolist sobitustrafo külge tulev üks ühendusjuhe ning oommeeter ühendatakse võnkepooliga (joon. 119). Kui võnkepool on terve, näitab oommeeter selle takistust (tavaliselt paar-kolm oomi), vastasel korral aga katkestust.

Raskusi tekitab sobitustrafo sekundaarmähise *2* lühise avastamine, kuna oommeetriga mõõtmine ei anna selle mähise väikese aktiivtakis-



Joon. 119. Madalsagedus-võimsusvõimendaja üksikosade kontrollimine oommeetriga.

tuse tõttu soovitud tulemusi. Kahtluse korral on otstarbekas asendada sobitustrafo katseks korrasolevaga.

Sobitustrafo primaarmähise 3 lühist on võimalik avastada oommeetri abil (joon. 119), mis ühendatakse nimetatud mähisega rööbiti. Sel puhul näitab oommeeter kas lühist või mähise takistust, mis sõltuvalt võimsusvõimendaja lambi tüübist on tavaliselt 200 ... 600 Ω piirides.

Ka voltmeetriga on võimalik määrata sobitustrafo primaarmähise korrasolekut. Selleks ühendatakse voltmeeter joonise 117 kohaselt sobitustrafo primaarmähise klemmidega. Kui mähis on korras, näitab voltmeeter sellel mähisel tekkivat pingelangu.

Lühis võib sageli esineda helitämbri reguleerseadise kondensaatoris 4. Kui nimetatud juhul seadise potentsiomeeter on keeratud väikseimale takistusele, s. t. madalamale helitämbrile, siis vastuvõtja vaikib täielikult ning sobitustrafo primaarmähis kuumeneb teda läbiva ülemäära tugeva voolu mõjul. Samal ajal näitab voltmeeter (joon. 117), et võimsusvõimendaja lambil puudub anoodpinge. Tämbri reguleerseadise kondensaatori korrasolekut saab kontrollida oommeetriga (joon. 119) või alalisvoolu toitega huumlamp-indikaatoriga. Viimase kasutamisel tuleb kondensaatori üks ots skeemist lahti ühendada. Kui proovimisel tekib huumlambi elektroodidel roosakas helendumine, näitab see, et kondensaatoris on lühis. Töökorras kondensaatori puhul aga tekib helendumine indikaatori külgeühendamise hetkel ning kustub kohe. See on tunnuseks, et kondensaator laadus.

Lühist anoodkondensaatoris 5 on võimalik avastada voltmeetriga, kui mõõta sellega lambi anoodile rakenduvat pinget, mis lühise puhul on

ettenähtust palju madalam. Kondensaatori korrasolekut näitab samuti oommeeter või alalisvoolu huumlamp-indikaator (joon. 119). Ka selle kondensaatori üks ots tuleb huumlamp-indikaatori tarvitamisel skeemist lahti ühendada.

Katkestus katoodtakistis *6* põhjustab samuti võimsusvõimendaja mittetöötamist. Vea avastamiseks võib kasutada volt- või oommeetrit (joon. 117 ja 119).

Võimsusvõimendaja ei tööta ka siis, kui kõrgsagedusvoolude summutustakisti *7* on vigane. Katkestusega summutustakisti võib valjuhäälda-jas esile kutsuda tugeva müra. Selle takisti korrasolekut võib kindlaks määrata oommeetriga (joon. 119).

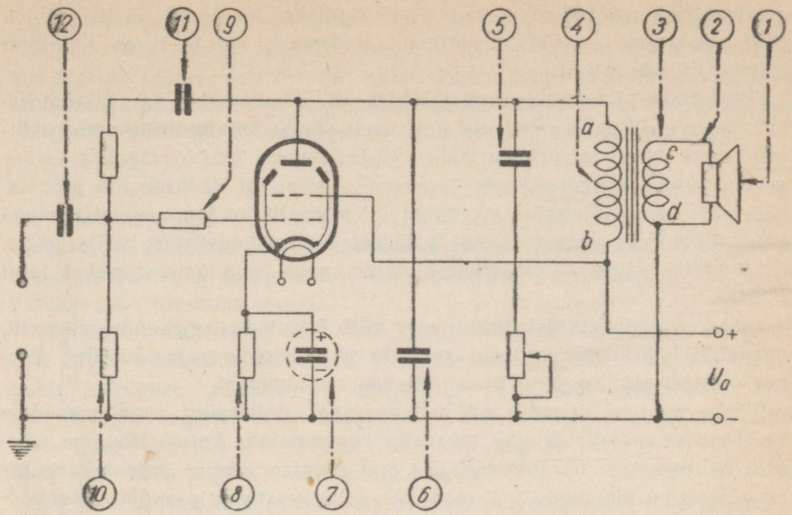
Lühises oleva ülekandekondensaatori *8* puhul satub pingevõimendus-astme lambi anoodpinge võimsusvõimendaja lambi tüürvõrele, eel-pingestades viimase kõrge positiivse potentsiaaliga. Selle tagajärjel tõu-seb lõpplambi anoodvool mitmekordseks ning lamp lakkab töötamast. Rikke avastamiseks võib kasutada oommeetrit (joon. 119) või ala-lisvoolu toitega huumlamp-indikaatorit. Viimase puhul tuleb lahti joota pingevõimenduslambi anoodile suunduv kondensaatori ühen-dus.

Nõrk vastuvõtt. Kui helisagedusgeneraatoriga proovimisel ilmnes, et vastuvõtja heli on nõrk, siis võivad seda põhjustada järgmised võim-susvõimendaja rikked (joon. 120):

1) valjuhääldaja võnkepool pole korras;
2) võnkepooli painduva väljejuhtme osa traate on katkenud;
3) sobitustrafo sekundaarmähises esinevad lühiskeerud;
4) sobitustrafo primaarmähises on kihtide- või keerdudevaheline lühis;
5) helitämbri reguleerseadise kondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
6) anoodkondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
7) katoodkondensaatori mahtuvus on vähenenud;
8) katoodtakisti takistus on suurenenud;
9) kõrgsagedusvoolude summutustakisti takistus on suurenenud;
10) võretakisti on vigane (takistus suurenenud või katkestus);
11) negatiivse tagasisidestuse kondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
12) ülekandekondensaatori dielektriku takistus on vähenenud.

Toodud rikete avastamiseks on vajalikud samad mõõteriistad, seadi-sed ja üksikosad mis vastuvõtu puudumisel esinevate rikete kõrvalda-misel.

Nõrka helitugevust põhjustab sageli valjuhääldaja võnkepool *1* (joon. 120), mille peamine viga peitub selles, et ta kaardunud membraani puhul puutub kokku kas õhupilu sise- või välisseinaga. Sel puhul on helituge-vuse langus märgatav eriti madalamate helide juures.



Joon. 120. Madalsagedus-võimsusvõimendaja proovipunktid nõrga vastuvõtu korral.

Mõnikord on katkenud osa võnkepoolist väljuva painduva juhtme 2 kiud, eriti membraanil asuvate jootekohtade lähedal. Selle tagajärjel suureneb juhtme takistus, mis põhjustab voolu ja koos sellega ka helitugevuse nõrgenemist.

On võimalikud ka sellised juhtumid, kus valjuhääldaja võnkepooli üks või ka mõlemad painduvjuhtmed on katkenud, kuid vastuvõtjast kostab ikkagi nõrka heli. Heli tekitajaks on sellisel juhul sobitustrafo südamiku võnkuvad plekid. Võnkepooli ühendusjuhtmete korrasolekut on lihtne kontrollida oommeetriga.

Helitugevuse nõrgenemine võib olla põhjustatud ka sobitustrafo sekundaarmähise *3* lühiskeerdudest. Oommeetriga mõõtmine punktide *c*—*d* vahel (joon. 120) annab siis tulemusi, kui tehase andmete järgi on teada sekundaarmähise aktiivtakistus. Mõõtmisel on vaja lahti ühendada sekundaarmähise küljest valjuhääldaja võnkepooli üks ots, sest vastasel korral mõõdetakse rööbiti ühendatud sekundaarmähise ja võnkepooli takistust, mis on palju väiksem kui kontrollitava sekundaarmähise takistus.

Sobitustrafo primaarmähise *4* lühiskeerud võivad samuti olla nõrga heli põhjustajaks. Vea avastamiseks saab kasutada oommeetrit, mis ühendatakse punktidega *a*—*b* (joon. 120). Saadud mõõtetulemust võrreldakse tehase poolt primaarmähise kohta antud takistuse suurusega. Et sobitustrafo 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.

Sobitustrafo keerdudevahelist lühist nii primaar- kui ka sekundaarmähises 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 sobitustrafo. Seejärel kontrollitakse helitugevust.

Nõrka vastuvõttu võib põhjustada veel helitämbri reguleerseadise kondensaatori 5 dielektriku takistuse vähenemine. Antud juhul on märgata helitugevuse nõrgenemist siis, kui reguleerseadise potentsiomeeter on väikseima takistuse, s. t. madalale helile vastavas asendis. Potentsiomeetri suurima takistuse, s. o. kõrgete helide esiletoomise puhul heli ei nõrgene. Nagu juba eelnevas punktis mainiti, põhjustab nimetatud kondensaatori lühis potentsiomeetri väikseima takistuse juures vastuvõtja täielikku vaikimist.

Võimsusvõimendaja lambi anoodi ja katoodi vahele ühendatud anoodkondensaatorile rakenduvad kõrged helisageduspinged, mistõttu see kondensaator töötab rasketes tingimustes. Nimetatud põhjusel tekib anoodkondensaatorites 6 sageli dielektriku läbilöök, mispuhul vastuvõtja täielikult vaikib, või halveneb dielektriku takistus, mille tagajärjel kondensaator laseb läbi anoodvoolu ja sellest tingituna anoodpinge langeb. Anoodkondensaatori kontrollimine oommeetriga või huumlamp-indikaatoriga ei anna alati soovitud tulemusi, sest dielektriku rikutud kohti võiks alalisvool läbida ainult tööolukorras, s. t. siis, mil kondensaatorile on rakendunud kõrgem pinge, kui seda annavad mõõtmisel eespool nimetatud mõõteriistad. Lihtsaim viis anoodkondensaatori kontrollimiseks on ta ühe otsa lahtijootmine. Kui pärast seda vastuvõtja helitugevus muutub normaalseks, oli viga kondensaatoris.

Pikemat aega kasutusel olevates vastuvõtjates esineb sageli vigu võimsusvõimendaja lambi katoodtakistiga rööbiti ühendatud elektrolüütkondensaatoris 7. Kui selle kondensaatori dielektriku takistus halveneb niivõrd, et selle tõttu väheneb juba katoodtakistuse suurus, siis langeb lambi eelpinge ja koos sellega tõuseb ta anoodvool. Lõpptulemuseks on nõrk vastuvõtt, millega sageli kaasuvad moonutused. Sama juhtub ka nimetatud kondensaatori lühistumisel. Katoodkondensaatori rikke avastamiseks on kõige lihtsam ta asendamine prooviks uuega.

Takistite takistus vananemisel alati suureneb. Kui sama juhtub võimsusvõimendaja lambi katoodtakistiga *8*, siis suureneb lambi eelpinge, mis kutsub esile anoodvoolu vähenemise ning lambile rakendatud anoodpinge tõusu. Sellest tingituna paikneb ümber lambi tööpunkt, mis põhjustab mitte ainult helitugevuse vähenemist, vaid ka suuremaid või vähemaid moonutusi.

Nõrka vastuvõttu võib põhjustada ka rikkis kõrgsagedusvoolude summutustakisti *9*. Kui selle takistus on muutunud liialt suureks, tekib tugevamate helide puhul nende kõikumine ja nn. „luksumine". Katood- ja summutustakistite korrasolekut kontrollitakse oommeetriga või asendatakse nad prooviks uutega.

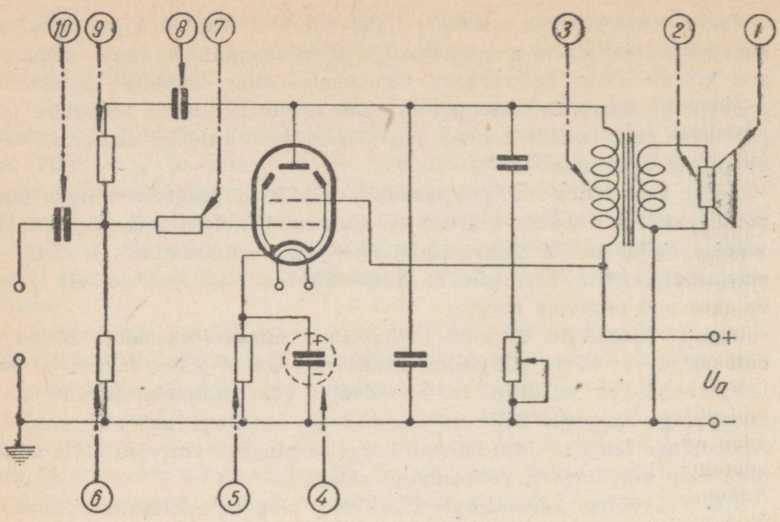
Vigane võretakisti *10* võib kahjustada võimsusvõimendaja lampi ja olla nõrga vastuvõtu põhjuseks. Katkestuse puhul selles takistis ei saa lamp eelpinget, mistõttu ta anoodvool võib mitmekordistuda ning anoodpinge langeda. Selle tagajärjeks on helitugevuse nõrgenemine. Anoodpinge languse tõttu hakkab kõrgema pingega varivõre tööle anoodina ning võib tugeva voolu mõjul sulada.

Kui vastuvõtjas kasutatakse negatiivset pingetagasisidestust võimsusvõimendaja lambi tüürvõre ja anoodi vahele järjestikku ühendatud kondensaatori ja takisti abil, siis nimetatud kondensaatori *11* lühistumisel või ta dielektriku takistuse vähenemisel kandub anoodpinge tüürvõrele. Positiivse potentsiaaliga võre nihutab lambi tööpunkti oma õigest asukohast kõrvale, mille tagajärjeks on helitugevuse langus ja sellega kaasuvad moonutused. Tagasisidestuse kondensaatori dielektriku headust on soovitav kontrollida alalisvoolu huumlamp-indikaatoriga.

Ka ülekandekondensaatori *12* dielektriku vead põhjustavad sageli nõrga ja moonutatud heli tekkimist. Sõltuvalt vigase kondensaatori dielektriku juhtivuse astmest väheneb võimsusvõimendaja lambi tüürvõrele rakendatud negatiivne eelpinge kas vähem või rohkem või muutub isegi positiivseks. See kutsub esile, nagu eelnevatel juhtudelgi, lambi tööpunkti nihkumise. Sellise rikke avastamiseks on sobiv kasutada asendusmeetodit, sest voltmeetri (välja arvatud lampvoltmeeter) kasutamine tegeliku eelpinge mõõtmiseks ei anna tavaliselt tulemusi. Kirjeldatavat riket saab kindlaks teha veel nii, et võimsusvõimendaja 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.

Moonutatud vastuvõtt. Võimsusvõimendaja astmes võivad tekkida moonutused põhiliselt järgmiste vigade tõttu (joon. 121):

1) valjuhääldaja membraan on vigane;
2) valjuhääldaja võnkepool pole korras;
3) sobitustrafo primaarmähises esineb lühiskeerde;



Joon. 121. Madalsagedus-võimsusvõimendaja proovipunktid moonutatud vastuvõtu korral.

4) katoodkondensaator on vigane;
5) katoodtakisti takistus on suurenenud;
6) võretakisti takistus on muutunud;
7) kõrgsagedusvoolude summutustakisti on defektne;
8) negatiivse tagasisidestuse kondensaatori dielektrik juhib voolu;
9) negatiivse tagasisidestuse takisti on defektne;
10) ülekandekondensaatori dielektrik on juhtiv.

Moonutuste kindlakstegemiseks tuleb esmajoones kasutada heliplaadiseadist. Peale selle on tarvilikud avomeeter, alalisvoolu huumlamp-indikaator, proovivaljuhääldaja, proovisobitustrafo, proovilamp ning mitmesuguse suurusega takistid ja kondensaatorid.

Sageli tekitab moonutatud heli valjuhääldaja *1*, mille membraanis on pragusid, murdumisi või on ta kere küljest lahti. Seetõttu ei asu ka võnkepool täpselt õhupilu keskel ja hõõrdub vastu magnetsüsteemi seina. Võnkepool *2* võib ka mõnel muul põhjusel (näiteks ovaalseks muutumisel) tsentrist nihkuda. Mustunud õhupilu, eriti kui sinna on sattunud rauapuru, on sageli moonutuste põhjustajaks. Klirinat võivad tekitada võnkepooli painduvad juhtmed, mis oma keskosas puutuvad kokku membraaniga. Samuti võib moonutuste põhjustajaks olla võnkepooli murdunud tsentreerija. 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 kind-

lakstegemiseks soovitav kahtlustäratav valjuhääldaja asendada proovivaljuhääldajaga.

Ebameeldiva helivärvinguga moonutusi tekitab sobitustrafo *3*, kui ta primaarmähises on kas kihtide- või keerdudevaheline lühis.

Katoodtakisti šuntkondensaatori *4* dielektriku takistuse vähenemine kondensaatori vananemise tõttu põhjustab võimsusvõimendaja lambi eelpinge langust, tööpunkti nihkumist ja sellest tingitud moonutusi.

Vananenud või vigastatud katoodtakisti *5*, 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.

Tugevaid moonutusi esineb juhul, kui võretakistis *6* on katkestus, ta takistus on muutunud väga suureks või ta ühendus šassiiga katkenud. Sellisel korral tekivad perioodilised võrelaengu lahendused, millised avalduvad nn. „luksumisena".

Lambi tööpunkti paigutab ümber ka suurenenud takistusega kõrgsagedusvoolude summutustakisti *7*.

Vigane negatiivse tagasisidestuse kondensaator *8*, mille dielektrik on suuremal või vähemal määral voolu juhtiv, nihutab lambi normaalseks tööks ettenähtud tööpunkti ning tekitab seega heli moonutusi.

Samal viisil kutsub esile moonutusi negatiivse tagasisidestuse takisti *9* takistuse suurenemine, sest sel juhul negatiivse tagasiside mõju väheneb.

Ka ülekandekondensaator *10*, kui ta dielektriku takistus ei ole küllaldane, võib esile kutsuda tugevaid moonutusi. Sel juhul väheneb negatiivne võre-eelpinge, mille tagajärjel suureneb võimsusvõimendaja lambi anoodvool, põhjustades ühtlasi tööpunkti nihet ning sellest tingitud moonutusi.

Kõiki eelpool loetletud rikkeid takistustes ja kondensaatorites on võimalik avastada kas oommeetri või alalisvoolu huumlamp-indikaatoriga.

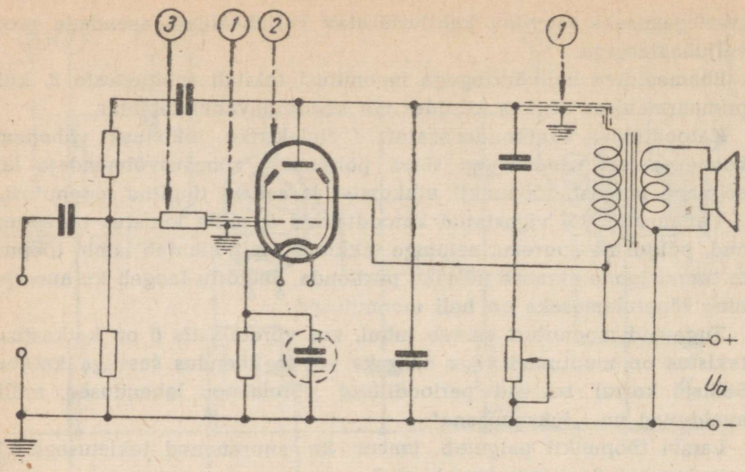
Häiretega vastuvõtt. Võimsusvõimendaja astmes võivad esineda peale eelpoolloetletud vigade veel tugevad häired, nagu mürad, raginad, undamine jne. Nende põhjused võivad olla väga mitmesugused.

Näiteks võib tekkida tagasisidestus, kui valjuhääldaja pikad varjestamata juhtmed satuvad võimsusvõimendaja lambi lähedusse. Eriti on see ohtlik siis, kui nimetatud lamp on suure tõusuga.

Häireid vastuvõtja võimsusvõimendaja astmes võivad põhjustada järgmised vead (joon. 122):

1) halb või maandamata varjestus;
2) defektne võimsusvõimendaja lamp või ta pesa;
3) vigane kõrgsagedusvoolude summutustakisti.

Häireid põhjustavaid rikkeid saab põhiliselt kindlaks määrata avomeetri abil.



Joon. 122. Madalsagedus-võimsusvõimendaja proovipunktid häiretega vastuvõtu korral.

Viled ja mürad võivad esineda võimsusvõimendaja lambi võre- ja anoodringis kasutatud juhtmete varjestussukkade *1* puuduliku maanduse tõttu.

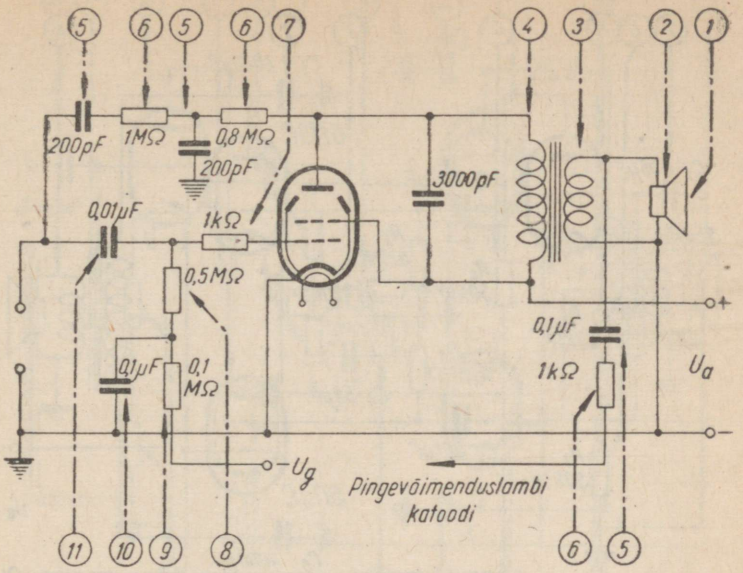
Ka võimsusvõimendaja lambi *2* sisedefektid võivad tekitada häireid, mis väljenduvad tavaliselt kahinate ja raginatena. Sellise rikke avastamiseks on soovitav kasutada kummivasarat (pliiatsi otsa asetatud kustutuskummi), millega koputatakse kahtlustäratavale lambile. Kui seejuures tekivad raginad või kahinad, siis on lambis ebapüsivad elektroodidevahelised lühised või muutuva juhtivusega keevituskohad, samuti võib esineda lambipesas ebakindel kontakt.

Vigane kõrgsagedusvoolude summutustakisti *3*, kui ta takistuskeha juhtivus on muutuv või ta omab halva kontakti, on ka raginate ja teiste häirete tekitajaks.

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

Üksikosade töökõlblikkust ning ühenduste korrasolekut saab kindlaks määrata oommeetriga, huumlamp-indikaatoriga või üksikosade väljavahetamise teel.

Kui võimsusvõimendaja astmes kasutatakse kombineeritud negatiivset pingetagasisidestust, nagu see on näidatud joonisel 123, siis on vigade võimalus palju suurem kui lihtsa negatiivse tagasisidestuse puhul. Kombineeritud tagasisidestuse korral võivad üksikosade rikked kutsuda esile nii vastuvõtu täielikku puudumist kui ka nõrka ning moonutatud



Joon. 123. Kombineeritud negatiivse pingetagasisidestusega võimsusvõimendaja proovipunktid.

heli ja häireid. Joonisel 123 on näidatud nende vigade otsimise proovipunktid.

Rikked vastastaktvõimendajas. Vastastaktvõimendajas esinevad rikked avalduvad järgmiselt:

puudub vastuvõtt;

heli on nõrk või moonutatud.

Puudub vastuvõtt (joon. 124):

1) valjuhääldaja võnkepooli mähises või sealt väljuvas painduvas juhtmes võib esineda katkestus;

2) anoodkondensaator C_5 või C_6 on lühistunud;

3) katoodtakistis R_7 on katkestus;

4) anoodkoormustakistis R_4 on katkestus;

5) lamp 6C2C on vigane (kütteniit on katkenud või on lamp kaotanud emissiooni);

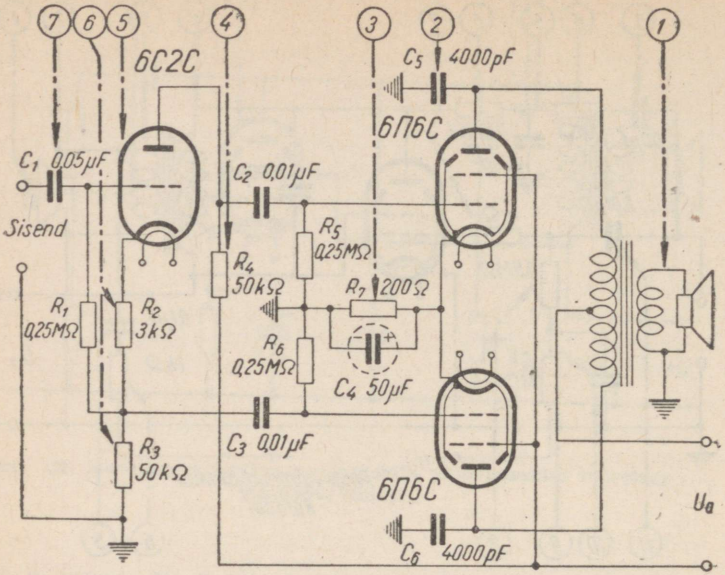
6) katkestus takistis R_2 või R_3;

7) ülekandekondensaatoris C_1 on katkestus.

Nõrk või moonutatud vastuvõtt (joon. 125):

1) valjuhääldaja membraan on vigane, võnkepool on tsentrist nihkunud või omab lahtisi keerde, lühiskeerud sekundaarmähises;

2) sobitustrafo primaarmähises esineb lühiskeerde;

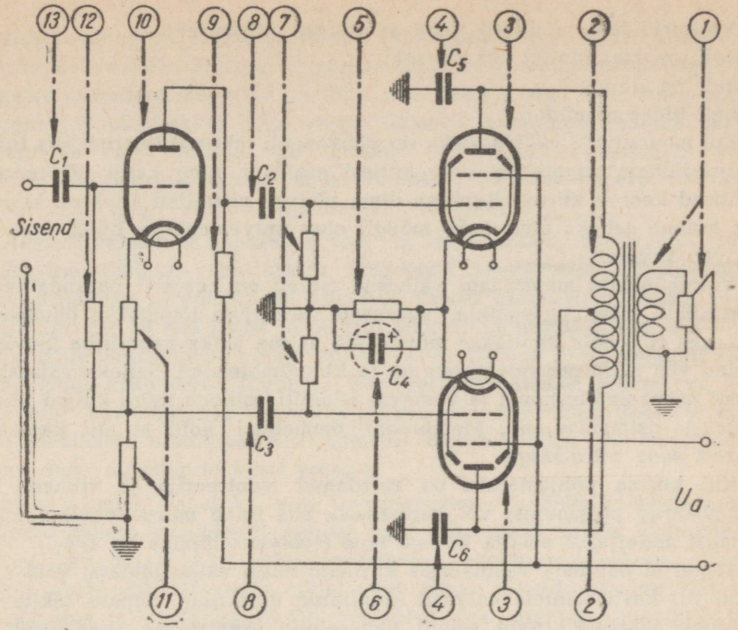


Joon. 124. Vastastaktvõimendaja proovipunktid vastuvõtu puudumisel.

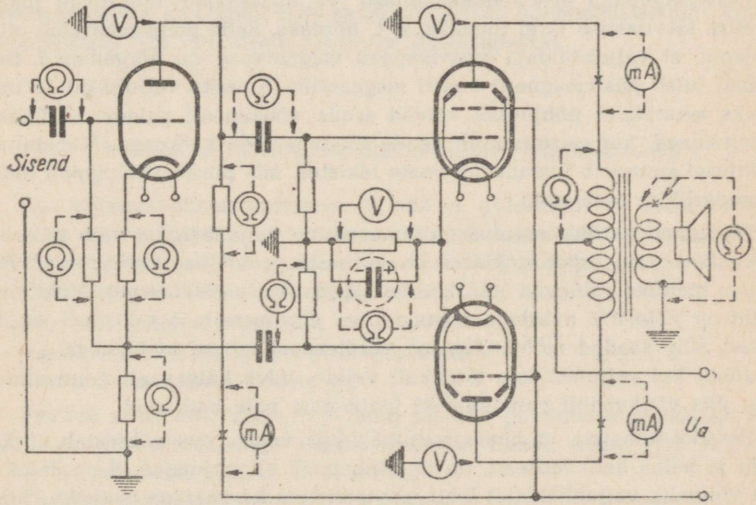
3) üks lampidest on rikkis (kütteniit on katkenud või on lamp kaotanud emissiooni);
4) anoodkondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
5) katoodtakisti takistus on suurenenud;
6) katoodkondensaator on lühistunud või ei oma mahtuvust;
7) võretakisti on vigane (suurenenud takistus või katkestus);
8) ülekandekondensaatori dielektrik on halb;
9) anoodkoormustakisti takistus on suurenenud;
10) elektronlamp on kaotanud emissiooni;
11) faasiinverteri takistite takistused on muutunud;
12) võretakistis on katkestus;
13) ülekandekondensaatori dielektrik on halb.

Joonis 126 näitab, kuhu tuleb ühendada volt-, oom- või milliampermeeter vigade avastamiseks vastastaktvõimendajas.

Valjuhääldajas esinevaid rikkeid ja nende kõrvaldamine. Raadiovastuvõtjate korrastamise praktika näitab, et sageli esineb tervе rida vigu valjuhääldajates. Kuna tänapäeval kasutatakse vastuvõtjates eranditult elektrodünaamilisi valjuhääldajaid, kus magnetväli tekitatakse püsi- või elektromagneti abil, siis järgnevalt kirjeldatakse sellist tüüpi valjuhääldajate peamisi rikkeid ja nende kõrvaldamist.



Joon. 125. Vastastaktvõimendaja proovipunktid nõrga ja moonutatud vastuvõtu korral.



Joon. 126. Volt-, oom- ja milliampermeetri (või avomeetri) rakenduspunktid vigade avastamiseks vastastaktvõimendajas.

Valjuhääldaja põhilised vead avalduvad järgmiselt:
heli on moonutatud või kliriseb;
heli on nõrk;
heli üldse puudub.

Kui moonutuste põhjustajaks on võnkepooli lahtised keerud, siis tuleb valjuhääldaja membraan kere küljest eraldada ning katta võnkepooli lahtised keerud kiiresti kuivava liimi, näiteks nitroliimi õhukese kihiga. Ka kõlbab selleks otstarbeks müügil olev 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 siidniiti, millega mõra küljed ühendatakse ristpistete abil. Membraani õmmeldud koht ja niit kaetakse pärast seda nitrolakiga.

Kui klirina põhjustajaks on murdunud tsentreerija ja viimane on valmistatud presspanist või hetinaksist, siis tuleb murdekohale liimida samast materjalist sobiva kujuga lapp (sobivaks liimiks on БФ-2).

Sageli ei põhjusta vastuvõtjas klirinaid mitte valjuhääldaja, vaid šassiile või kasti seintele halvasti kinnitatud üksikosad. Samuti tekitavad klirinaid lahtised kruvid, seibid, vaheseinad, skaalaklaas, skaalaosuti ja selle veomehhanismi üksikosad. Selliseid häiretekitajaid avastab kogenud raadiokorrastaja kiiresti.

Püsivmagnetiga elektrodünaamilised valjuhääldajad muutuvad pikaajalise tarvitamise järel tuimaks, s. t. nõrgaks. Selle põhjuseks võib olla asjaolu, et valjuhääldaja püsivmagneti magnetvoog on nõrgenenud. Sel puhul tuleb püsivmagnetit uuesti magneetida. Teiseks valjuhääldaja tuimaks muutumise põhjuseks võivad saada võnkepooli painduvad ühendusjuhtmed, kui suurem hulk nende kiududest on katkenud. Nimetatud põhjusel suureneb ühendusjuhtmete takistus, mis piirab võnkepooli helisageduslikku toitevoolu.

Elektromagnetilise ergutusega dünaamiline valjuhääldaja võib töötada nõrgalt, kui ta ergutusmähises on katkestus (rööbitise ergutusega) või selles mähises esinevad lühiskeerud (järjestikuse ergutusega). Neid rikkeid on võimalik avastada oommeetriga ergutusmähise takistuse mõõtmisel ning saadud mõõtetulemuse võrdlemisel tehase andmetega.

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

Eespool nimetati, et üheks valjuhääldaja veaks, mis põhjustab nõrka heli ja halba helikvaliteeti, on ta 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. Sellega tõstetakse membraan koos võnkepooliga oma õigesse asendisse (soovitav on tõsta nad esialgu 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.

Aegaviitvamaid ja täpsemaid töid on valjuhääldaja võnkepooli tsentreerimine. Selleks vabastatakse kõigepealt tsentreerija kinnituskruvid ning südamiku ja võnkepooli siseseina vahele asetatakse ühtlaste vahedega 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 tsentreerimise viis. 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. Kui on kuulda, et võnkepool ei puuduta enam õhupilu seinu, kinnitatakse tsentreerija kruvid ning sellega on töö lõpetatud. Tsentreerimiseks võib võnkepooli toita otseselt umbes 6-V pingega vahelduvvoolu abil, mida saab sama vastuvõtja võimenduslampide küttevooluringist või võrgutrafo vastavast küttemähisest.

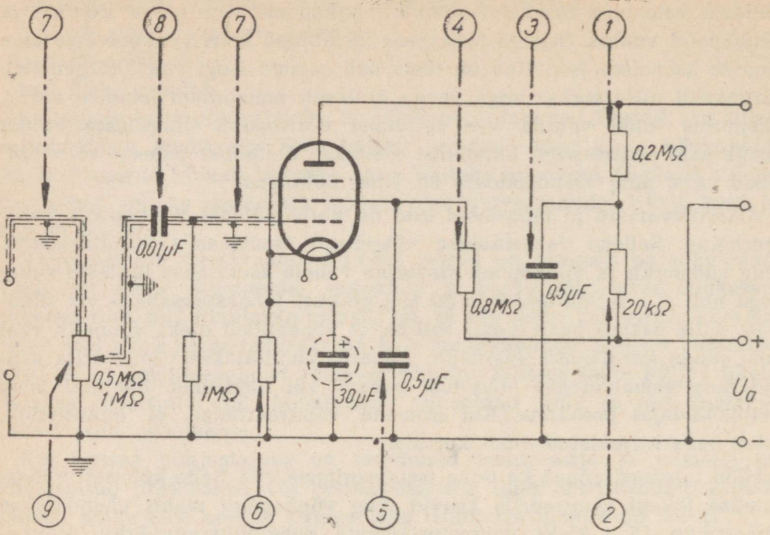
5. RIKKED MADALSAGEDUS-PINGEVÕIMENDAJAS

Kui võimsusvõimendusastmes rikkeid ei avastatud või need kõrvaldati ja vastuvõtja ikkagi vaikib või töötab korratult, tuleb järgnevalt võtta uurimisele madalsagedus-pingevõimendaja. Selle astme vead võivad vastuvõtjas väljenduda järgmiselt:

vastuvõtt täielikult puudub;
vastuvõtja heli on nõrk või moonutatud;
vastuvõtt on seotud häiretega.

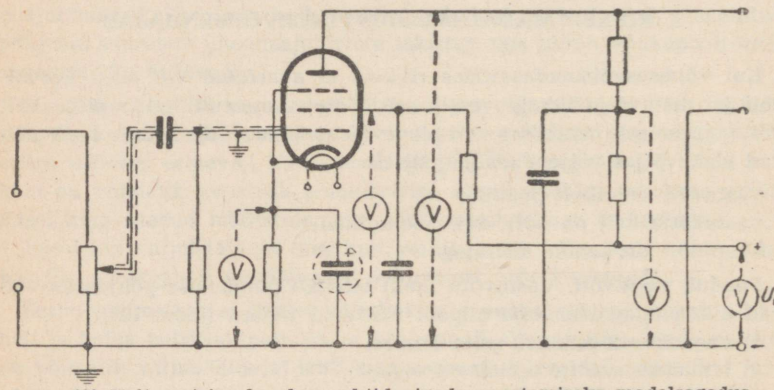
Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu (heli) täieliku puudumise põhjuseks võivad olla pingevõimendaja allpool loetletud rikked (joon. 127):

1) anoodkoormustakisti pole korras;
2) lahtisidestusfiltri takisti on vigane;
3) lahtisidestusfiltri kondensaatoris on lühis;
4) varivõretakistis on katkestus;

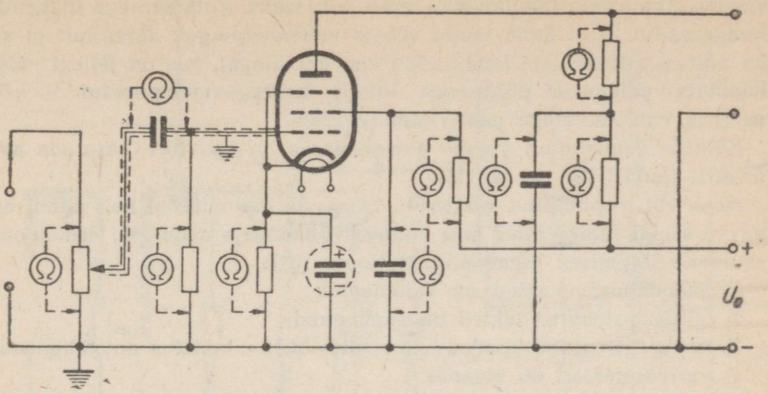


Joon. 127. Madalsagedus-pingevõimendaja proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel.

5) varivõre lahtisidestuskondensaatoris on lühis;
6) katoodtakisti pole korras;
7) lambi tüürvõre varjestatud juhtmes on lühis või katkestus;
8) ülekandekondensaatori ühendus on katkenud;
9) helitugevusregulaator pole korras.

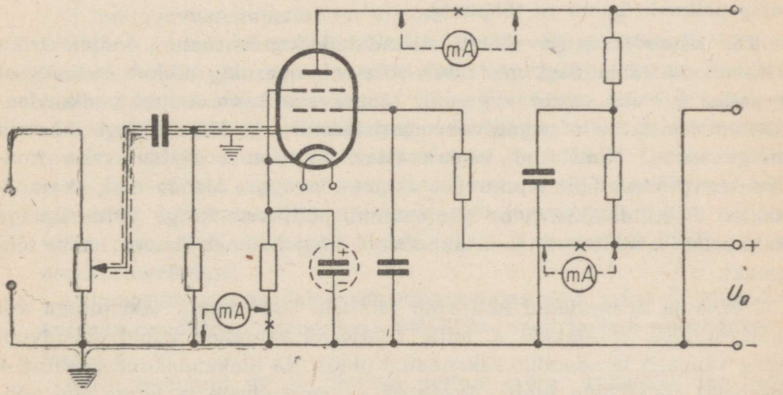


Joon. 128. Voltmeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks madalsagedus-pingevõimendajas.



Joon. 129. Oommeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks madalsageduspingevõimendajas.

Pingevõimendusaste ei tööta, kui lambi anoodkoormustakistis *1* või lahtisidestusfiltri takistis *2* on katkestus. Lühistunud lahtisidestuskondensaator *3* põhjustab lahtisidestustakisti ülearuse kuumenemise, mille tagajärjel see takisti võib isegi läbi põleda. Pingevõimendusaste ei saa töötada ka juhul, kui varivõretakistis *4* on katkestus, ta on ühenduses sassiiga või varivõrekondensaatoris *5* on lühis. Katkestusega või suureks muutunud takistusega katoodtakisti *6* põhjustab samuti astme täielikku vaikimist. Kui lambi tüürvõre juhtme varjestussukk *7* on ühendunud ta sees oleva võrejuhtmega või on viimane sukas katkenud, siis on see-



Joon. 130. Milliampermeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks madalsagedus-pingevõimendajas.

sugune rike astme täieliku vaikimise põhjuseks. Katkestusega ülekandekondensaator *8* ei anna lambi võrele vahelduvpinget. Järelikult ei saa ka võimsusvõimendaja lambi võre vahelduvpinget, mis on jällegi valjuhääldaja vaikimise põhjuseks. Rikkis helitugevusregulaator *9* võib sulgeda vahelduvpinge pääsu lambi võrele.

Kõikide eelmainitud vigade avastamiseks on soovitav kasutada avomeetrit (joon. 128, 129 ja 130).

Nõrk või moonutatud vastuvõtt. Nõrga ja moonutatud heli puhul esinevad sageli samad vead mis võimsusvõimendaja astmeski. Esmajoones esinevad järgmised vigadeallikad (joon. 131):

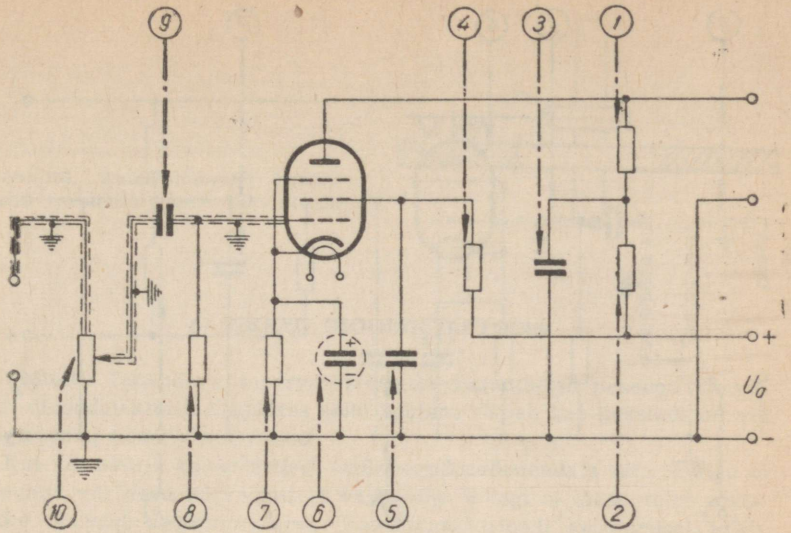
1) anoodkoormustakisti on vananenud;
2) lahtisidestusfiltri takisti on vananenud;
3) lahtisidestusfiltri kondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
4) varivõretakisti on vigane;
5) varivõre lahtisidestuskondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
6) katoodkondensaator on mahtuvuse kaotanud või lühistunud;
7) katoodtakisti on vananenud (takistus suurenenud);
8) võretakisti on vigane;
9) ülekandekondensaatori dielektrik juhib osaliselt alalisvoolu;
10) helitugevusregulaator on vigane.

Nende vigade leidmiseks on otstarbekas kasutada avomeetrit ja alalisvoolu huumlamp-indikaatorit.

Nõrka ja moonutatud heli põhjustavad tihti vigased anoodkoormus- ja lahtisidestusfiltri takistid *1* ja *2*, mille takistus tavaliselt vananemise tõttu suureneb. Helitugevuse langust võib põhjustada lahtisidestuskondensaator *3*, kui selle dielektrik juhib alalisvoolu. Vananenud varivõretakisti *4* ja halva dielektrikuga varivõre lahtisidestuskondensaatori *5* puhul on varivõrepinge madal, mistõttu väheneb lambi võimendustegur ning paikneb ümber ta tööpunkt.

Kui katoodtakistiga rööbiti ühendatud kondensaatori *6* dielektriku takistus on vähenenud, madaldub võre-eelpinge ning nihkub oma õigest asendist kõrvale lambi tööpunkt. Mahtuvuse kaotanud katoodkondensaator kutsub esile negatiivse tagasisidestuse ja koos sellega ka heli nõrgenemise. Nimetatud vea avastamiseks on soovitav vana kondensaator asendada prooviks korrasolevaga. Vananenud katoodtakisti *7*, mille takistus on suurenenud, põhjustab kõrge võre-eelpinge tekkimist, mistõttu väheneb anoodvool ning paikneb ümber lambi tööpunkt.

Nõrka ja moonutatud heli võib tekitada suurenenud takistusega või katkestusega võretakisti *8*, mille tagajärjel suureneb lambi anoodvool ning väheneb ta anoodile rakendatud pinge. Ka ülekandekondensaatori *9* osaliselt alalisvoolu juhtiv dielektrik on moonutuste ja nõrga heli põhjustajaks.



Joon. 131. Madalsagedus-pingevõimendaja proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral.

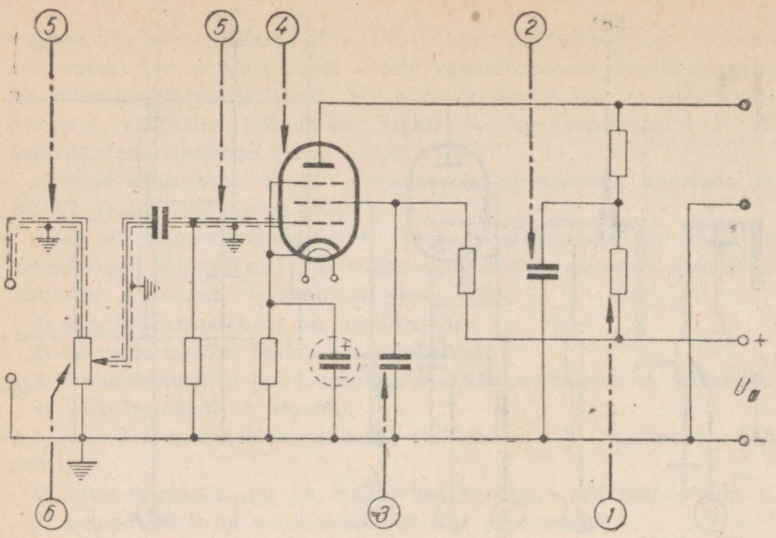
Häiretega vastuvõtt. Mitmesuguste häirete, nagu müra, undamise, vilede jne. põhjused on järgmised (joon. 132):

1) lahtisidestusfiltri takisti on vigane;
2) sama filtri lahtisidestuskondensaator on vigane;
3) varivõre lahtisidestuskondensaator ei ole korras;
4) pingevõimenduslamp või ta pesa on defektne;
5) tüürvõre varjestatud juhtme metallsukk on maandamata;
6) helitugevusregulaator on vigane.

Vigane anoodi lahtisidestusfiltri takisti *1* võib põhjustada võrgumüra taoliste häirete ja raginate tekkimist. Ka vigane lahtisidestuskondensaator 2 kutsub esile häireid, mis väljenduvad vile, müra ja sageli „luksumise" näol. Rikkis lahtisidestuskondensaator *3* tekitab müra ning sõltuvalt alaldaja silumisfiltri korrasolekust ka vilesid. Defektne lamp *4* ja ta pesa võivad sageli olla raginate ja vilede allikaks. Raginad tekivad sel puhul eriti vastuvõtja põrutamise või tugeva heli puhul, mil vastuvõtja kast satub resonantsi. Lambi viga on nimetatud juhul avastatav asendusmeetodiga.

Mitmeastmelises madalsagedusvõimendajas võib müra ja vilesid esile kutsuda puuduliku maandusega või üldse maandamata võrejuhtme varjestus 5.

Peale loetletud vigade võivad ragina, müra, undamise jne. põhjustajateks olla ebakindlad kontaktikohad. Selliste vigade avastamiseks

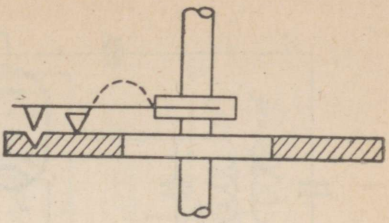


Joon. 132. Madalsagedus-pingevõimendaja proovipunktid häiretega vastuvõtu korral.

tuleb hoolikalt kontrollida ühenduskohti — jooteid, maandusi ja kruviühendusi. Ühendusjuhtmete liigutamiseks tuleb sel puhul kasutada isoleermaterjalist (näiteks orgaanilisest klaasist) valmistatud konksu.

Helitugevusregulaatori rikked ja nende kõrvaldamine. Vigane helitugevusregulaator (potentsiomeeter) on sageli katkelise ja hüppelise helitugevuse põhjustajaks. See on tingitud asjaolust, et potentsiomeetri takistuskeha pind on kas tugevasti kulunud või mustunud. Mõlemal juhul on võimalik seesugust potentsiomeetrit korrastada. Selleks tuleb kõigepealt ta kate 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.

Potentsiomeetrites kasutatakse liugkontaktina söe- või metallharja. Söeharjaga potentsiomeetrid on pikema tööeaga, kuna süsi ei kuluta nii kiiresti takistuskeha pinda. Metallharjaga potentsiomeetrite takistuskeha tuleb pärast bensiiniga puhastamist katta õhukese vaseliinõli kihiga. Viimane väldib takisti pinna kiiret kulumist ning liugkontakti vahele mustuse tekkimist. Liiga kõvast metallist valmistatud kontakthari kulutab sageli takistuskehasse vao, mis kohati ulatub kuni isoleerainest aluseni. Selline potentsiomeeter on tüüpiline raginate, hüppelise helitugevuse ja heli katkemiste tekitaja. Nimetatud veaga potentsiomeetri parandamiseks tuleb ta harja vedru painutada nii, et hari liiguks takistuskehal uut, kulumata teed pidi (joon. 133).



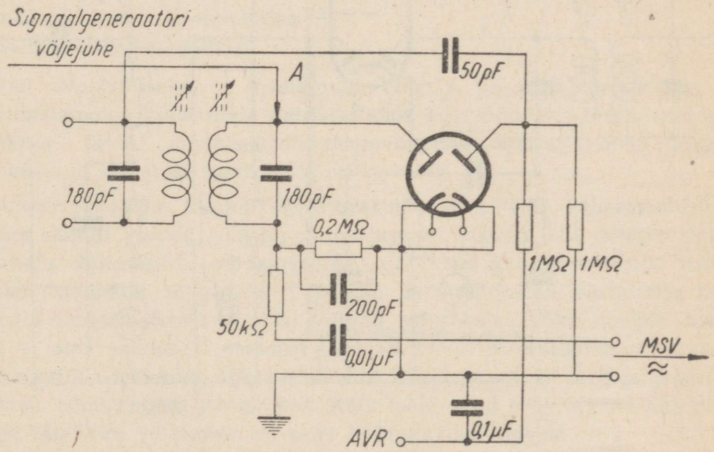
Joon. 133. Potentsiomeetri kontaktharja asetamine uuele liikumisteele.

6. RIKKED DIOODDETEKTORIS

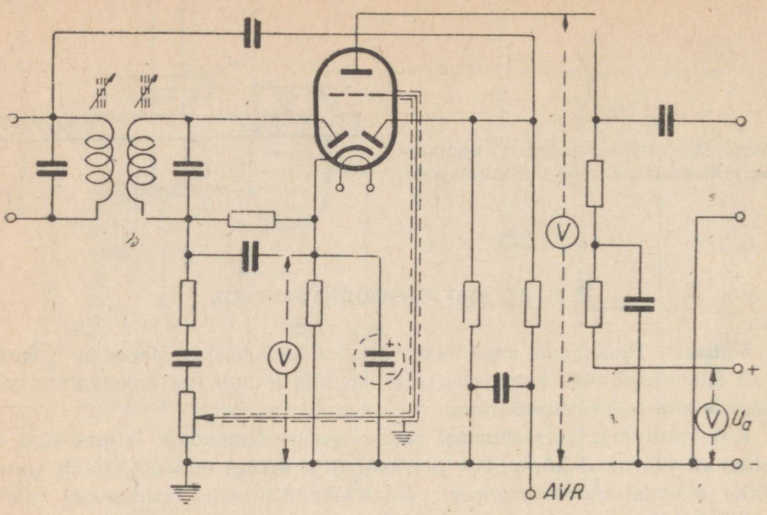
Üldiselt. Tänapäeva supervastuvõtjates kasutatakse peaaegu eranditult diooddetektorit, kusjuures selle lambina töötab kas kaksikdiood või sagedamini kaksikdiood-triood.

Kui vastuvõtja korrastamisel madalsagedusvõimendaja astmes vigu ei leidunud või need kõrvaldati ja vastuvõtja ikkagi ei tööta, tuleb alata rikke otsimist detektorastmest. Kaksikdiood-trioodi kasutamisel tuleb võtta vaatluse alla ka lambi trioodosaga seotud üksikosad.

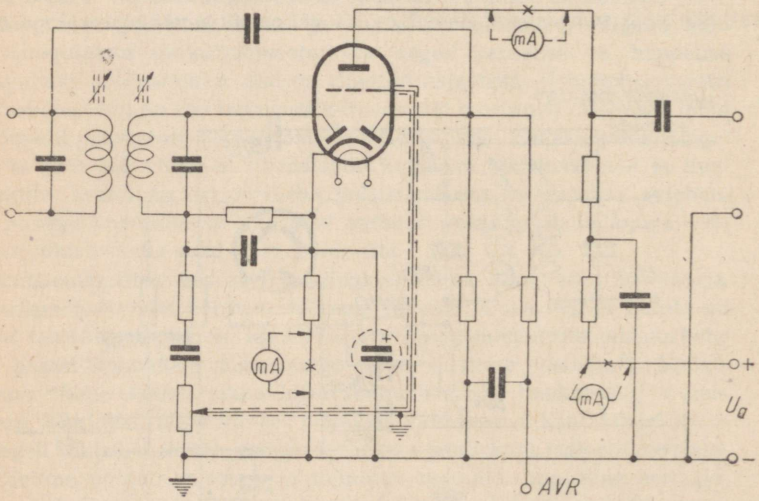
Diooddetektori korrasoleku esialgseks kontrollimiseks on otstarbekas kasutada vahesagedusele häälestatud signaalgeneraatorit, mille varjestatud väljejuhe ühendatakse lambi detektorina töötava dioodi anoodiga (punkt *A* joonisel 134). Töökorras detektori puhul peab valjuhääldajast kostma signaalgeneraatori modulatsioonisagedusega heli. Vastuvõtja väljesse võib samaaegselt ühendada ka väljemõõtja või lampvoltmeetri.



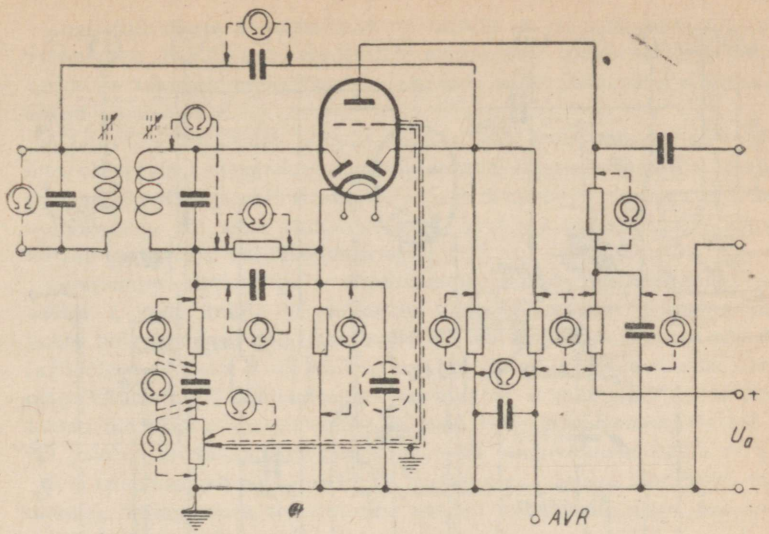
Joon. 134. Signaalgeneraatori väljejuhtme ühenduspunktid diooddetektoriga.



Joon. 135. Voltmeetri rakenduspunktid diooddetektori ja madalsagedus-pingevõimendaja vigade avastamiseks.



Joon. 136. Milliampermeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks diooddetektoris ja madalsagedus-pingevõimendajas.



Joon. 137. Oommeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks diooddetektoris ja madalsagedus-pingevõimendajas.

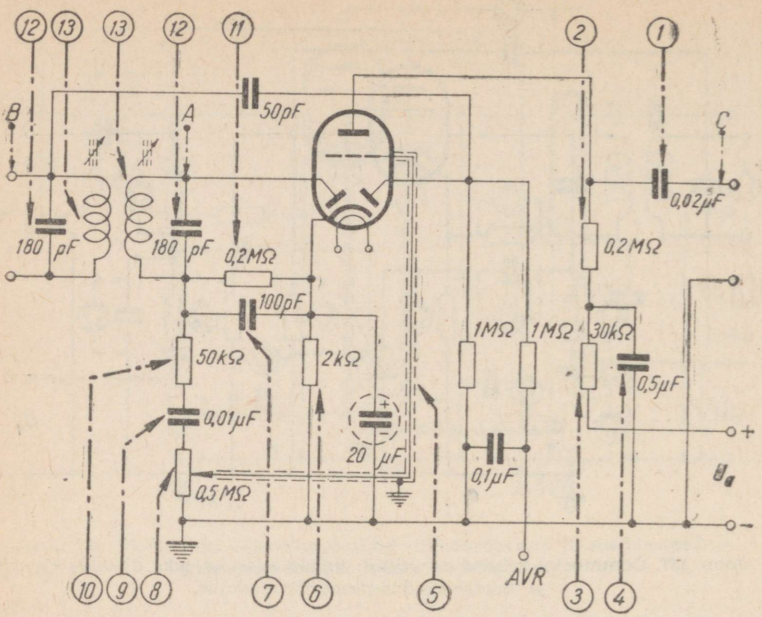
Diooddetektori rikked võivad vastuvõtja valjuhääldaja kaudu väljenduda põhiliselt järgmiselt:

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

Vea avastamiseks on esmajoones tarvis kas lambiproovijaga või asenduslambiga kontrollida detektorlambi korrasolekut. Järgnevalt tuleb detektor- ja ka madalsagedus-pingevõimendusastmes mõõta pingeid, voolusid ja takistusi (joon. 135, 136 ja 137).

Supervastuvõtjas kuulub detektorastmesse ka teine vahesagedustrafo, milles samuti võivad esineda mitmesugused rikked. Nii näiteks võivad muutuda vahesagedus-võnkeringide rööbitiste kondensaatorite mahtuvused (tavaliselt mahtuvus väheneb), mis põhjustab vastuvõtja tundlikkuse langust. Sama nähtust võivad esile kutsuda ka poolide logisevad ja oma esialgsest asendist väljanihkunud raudsüdamikud. Vahesagedustrafode 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 kaksikdiood-trioodiga detektor- ja madalsagedus-pingevõimendaja aste



Joon. 138. Diooddetektori ja madalsagedus-pingevõimendaja proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel.

ei tööta, siis võivad joonise 138 kohaselt esineda selles astmes järgmised vead:

Trioodosas:

1) ülekandekondensaator on vigane;
2) anoodkoormustakisti pole korras;
3) lahtisidestusfiltri takisti on vigane;
4) lahtisidestusfiltri kondensaator pole korras;
5) varjestatud võrejuhe on ühendunud varjega;
6) katoodtakistis on katkestus.

Dioodosas:

7) dioodi filterkondensaator pole korras;
8) helitugevusregulaator on vigane;
9) sidestuskondensaatoris on katkestus;
10) kõrgsagedusvoolude tõkestustakistis on katkestus;
11) dioodi koormustakisti on vigane;
12) teise vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorite mahtuvused on oma suuruselt muutunud (ebahäälestus);
13) sama vahesagedustrafo võnkeringide poolid pole korras või nende raudsüdamikud on oma asendit muutnud (ebahäälestus).

Loetletud rikete avastamiseks on tarvilikud signaalgeneraator, lampvoltmeeter, mahtuvuste mõõtesild, avomeeter, töökorras kaksikdioodtriood ja takisteid ning kondensaatoreid, mille keskmised suurused on antud joonisel 138.

Vastuvõtja vaikimist põhjustavate rikete avastamiseks detektorastmes on tarvis helisagedusega moduleeritud signaalgeneraator ühendada joonise 138 järgi punkti *A* või *B*. Signaali kontrollitakse punktis *C* lampvoltmeetriga või selle puudumisel ja korrasoleva võimsusvõimendaja korral vastuvõtja valjuhääldaja abil.

Generaatori signaali pole valjuhääldajas kuulda, kui ülekandekondensaator *1*, mille kaudu rakendatakse helisageduspinge järgneva astme lambi tüürvõrele, ei oma mahtuvust või kui anoodkoormustakistis *2* või lahtisidestustakistis *3* on katkestus. Sel juhul puudub lambi anoodil pinge. Lühistunud lahtisidestuskondensaator *4* põhjustab lahtisidestustakisti ülemäärast kuumenemist ja isegi selle läbipõlemist. Ka sel korral puudub lambi anoodil pinge, mistõttu pingevõimendusaste ei tööta.

Kui trioodosa võrele suunduvas varjestatud juhtmes *5* on lühis, maandatakse helitugevuse regulaatorist saadud helisageduspinge, mis samuti väljendub vastuvõtja vaikimisena.

Vigane, s. t. katkestusega katoodtakisti *6* isoleerib kaksikdiood-trioodi ühise katoodi skeemist, mistõttu aste ei saa töötada. Dioodi filterkondensaatori *7* lühistumisel kulgeb sellest nüüd läbi ka alalis- ja helisagedusvool, mistõttu dioodi koormustakisti jääb vooluta ja temal ei teki kasulikku helisageduslikku pingelangu. Sellega on detekteerimisprotsess rikutud ning vastuvõtja vaikib.

Rikkis helitugevusregulaator *8*, kui ta libisev kontakthari ei puutu vastu takistuskeha, kutsub esile vastuvõtja täieliku vaikimise või „luksumise", sest sel puhul jääb lambi võre eelpingeta ning skeemist isoleerituks. Sõltuvalt helitugevusregulaatori ehitusest võib esineda juhtumeid, kus selle kontakthari puutub kokku ta kerega. Et aga viimane on ühendatud šassiiga, siis lühistub lambi võrele rakendatav helisageduspinge.

Mahtuvuse kaotanud või katkestusega sidestuskondensaator *9* ning katkestusega kõrgsagedusvoolude tõkestustakisti *10* põhjustavad vastuvõtjas heli puudumist. Katkestusega dioodi koormustakisti *11* tõttu ei teki lambi võrele rakenduvat helisageduslikku pingelangu, mistõttu ka vastuvõtja ei tööta.

Vahesagedustrafo vead võivad sageli olla vastuvõtja vaikimise põhjuseks. Nagu eespool nimetati, on üheks vahesagedustrafo veaks ta võnkeringide kondensaatorite *12* mahtuvuse vähenemine, mille tagajärjel vahesagedus on muutunud ettenähtust kõrgemaks. Sel puhul tuleb kondensaatori üks ots joota skeemist lahti ning mõõta ta mahtuvust. Ka asendusmeetod on siin kohane. Veel võib vahesagedustrafos esineda katkestusi poolides *13* või nende otste joodetes.

Nõrk või moonutatud vastuvõtt. Diooddetektoris ja madalsagedus-pingevõimendaja astmes peituvad vead, mis võivad põhjustada nõrka või moonutatud vastuvõttu, on põhiliselt järgmised (joon. 139):

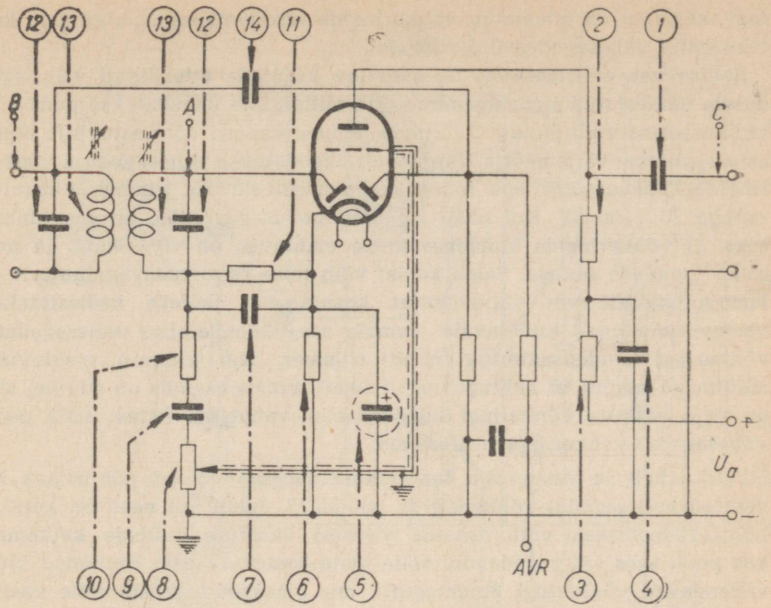
1) ülekandekondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
2) anoodkoormustakisti pole korras;
3) anood-lahtisidestustakisti on vigane;
4) anood-lahtisidestuskondensaatori dielektriku takistus ei ole küllaldane;
5) katoodkondensaator on kaotanud mahtuvuse;
6) katoodtakistis on katkestus või ta takistus on muutunud liiga suureks;
7) dioodi filterkondensaator on vigane;
8) helitugevuse regulaator pole korras;
9) sidestuskondensaator on defektne;
10) kõrgsagedusvoolude tõkestustakisti on vigane;
11) dioodi koormustakistis on katkestus või ta takistus on muutunud liialt suureks;
12) teise vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorite mahtuvus on muutunud (ebahäälestus);
13) sama trafo poolide induktiivsus on muutunud või esinevad nendes poolides lühiskeerud (ebahäälestus).

Nimetatud vigade avastamiseks on kasutatavad samad mõõteriistad ja proovimisvahendid mis eelmisel juhul, kuid siin osutub veel tarvilikuks alalisvoolu huumlamp-indikaator.

Nõrka ja moonutatud heli põhjustab sageli ülekandekondensaator *1*, kui selle dielektrik on osaliselt muutunud juhtivaks. Sel puhul rakendub järgneva astme lambi (võimsusvõimendaja) tüürvõrele pingevõimendaja lambi anoodringist osaliselt positiivne pinge, mis põhjustab järgneva lambi negatiivse eelpinge langust. Kui ülekandekondensaatori dielektriku takistus on suuremal määral vähenenud, siis võib eelpinge nimetatud lambi tüürvõrel muutuda isegi positiivseks. Nimetatud nähtuste tõttu suureneb võimsusvõimendaja lambi anoodvool ning tööpunkt ta tunnusjoonel nihkub võrevoolu piirkonda, põhjustades seega nõrka ja eriti moonutatud heli.

Vananemise tõttu suurenenud takistusega anoodkoormus- ja lahtisidestustakisti *2* ja *3* tekitavad suure pingelangu, mistõttu pingevõimenduslambi anoodile rakendatud pinge madaldub. See omakorda vähendab lambi võimendustegurit ning paigutab ta tööpunkti tunnusjoone alumisse põlvikusse, mille lõppresultaadiks on nõrk heli ning moonutused. Madala anoodpinge põhjustajaks on ka anood-lahtisidestuskondensaatori *4* dielektriku vähenenud takistus.

Mahtuvuse kaotanud katoodkondensaator *5* on negatiivse tagasisidestuse ja seega ka nõrga heli tekkimise põhjuseks. Lühistunud katoodkondensaatori tõttu ei saa lambi tüürvõre enam eelpinget, mistõttu suureneb



Joon. 139. Diooddetektori ja madalsagedus-pingevõimendaja proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral.

anoodvool ning langeb anoodile rakendatud pinge. Ka see viga väljendub nõrga ning moonutatud helina. Samal ajal on häiritud automaatse võimenduse reguleerseadise toime. Vananenud katoodtakisti *6*, mille takistus on suurenenud, tekitab ülemäära kõrge võre-eelpinge, mis vähendab lambi anoodvoolu ning paigutab ta tööpunkti tunnusjoone alumisse põlvikusse. Sel puhul esinevad tugevad moonutused, eriti kõrgete sisendpingete puhul.

Dioodi filterkondensaatori *7* dielektriku takistuse vähenemine ning ta koormustakisti *11* katkestus või selle takistuse suurenemine kutsuvad esile dioodi tööpunkti nihkumise ja põhjustavad sellega moonutusi.

Helitugevusregulaatori *8* rikkeid ja nende kõrvaldamist on käsitletud eelmises punktis.

Kui kõrgsagedusvoolude tõkestustakisti *10* takistus on vananemise tõttu suurenenud, siis pidurdab ta koormustakistil tekkivate helisageduslike pingete pääsu sidestuskondensaatori kaudu helitugevusregulaatorile.

Vähenenud mahtuvusega detektoripoolse vahesagedustrafo võnkeringide kondensaatorid *12* on samuti helitugevuse languse põhjustajaiks,

sest sel puhul on nimetatud võnkeringide resonantsisagedus kõrgem kui eelnevatel vahesagedusvõnkeringidel.

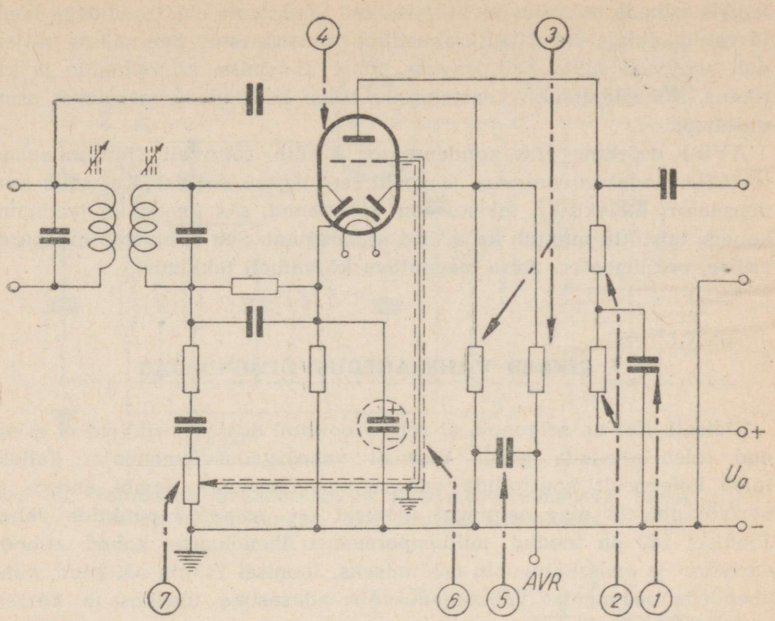
Sellise vea avastamiseks on soovitav kasutada ettenähtud vahesagedusele häälestatud signaalgeneraatorit, mille välje ühendatakse punkti *B*. Indikaatorina võib punkti *C* lülitada lampvoltmeetri või vastuvõtja lõppastme väljesse väljemõõtja. Järgnevalt ühendatakse vahesageduse võnkeringide kondensaatoritega rööbiti kondensaatorid või trimmerid mahtuvusega 20 ... 50 pF. Kui nüüd signaalitugevus suureneb, on see tunnuseks, et võnkeringide kondensaatorite mahtuvus on vähenenud ja nad tuleb asendada uutega. Sama katset võib teha ka signaalgeneraatorit ja lampvoltmeetrit või väljemõõtjat kasutamata. Selleks häälestatakse vastuvõtja nõrgalt kuuldavale jaamale ning ühendatakse vahesageduse 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 *13*. Juhul kui need on keritud kõrgsageduslitsest, võib esineda viimase üksikute kiudude katkemist kas pooli sees või sagedamini selle otste jootekohtades. Katkenud kiud vähendavad võnkeringi hindetegurit, mis omakorda kutsub esile vastuvõtja tundlikkuse langemise. Viimasel ajal kasutatakse vahesagedusvõnkeringides emailisolatsiooniga massiivsest vasktraadist poole. Sellistes poolides võivad tekkida keerdudevahelised lühised, mis vähendavad vastuvõtja tundlikkust ja selektiivsust. Vahesagedusvõnkeringide poole on võimalik kontrollida mõõtesillaga nende takistuse mõõtmise teel. Saadud mõõtetulemusi võrreldakse seejärel tehase andmetega. Logisevad ja oma õigest asendist äranihkunud raudsüdamikud muudavad poolide induktiivsust ja viivad seega võnkeringid resonantsist välja. Sellisel juhul tuleb vahesagedusvõnkeringe uuesti häälestada.

Häiretega vastuvõtt. Dioodetektoris ja sellele järgnevas madalasagedus-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 tööstuslikkude häiretega, mis satuvad vastuvõtjasse antenni ja elektrivõrgu kaudu.

Alljärgnevas loetelus on toodud kaksikdiood-trioodiga töötavas dioodetektoris ja madalsagedus-pingevõimendusastmes häireid tekitavad põhjused (joonis 140):

1) anood-lahtisidestuskondensaator on vigane;
2) vigane anoodkoormus- ja lahtisidestustakisti;
3) automaatse võimenduse reguleerseadise (AVR) dioodi koormus- ja filtertakisti takistus on suurenenud;
4) lambis ja ta pesas esinevad rikked;



Joon. 140. Diooddetektori ja madalsagedus-pingevõimendaja proovipunktid häiretega vastuvõtu korral.

5) AVR-i filterkondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
6) trioodosa võre varjestatud juhe on ühenduses varjega;
7) helitugevusregulaator on vigane.

Peale üksikosade vigade võivad häirete põhjustajaiks olla veel ühendusjuhtmete ja klemmliistude halvad jooted ning puudulikud maandused (ühendused šassiiga). Osaliselt või täielikult mahtuvuse kaotanud anood-lahtisidestuskondensaator *1* kutsub esile madalsagedusliku tagasisidestuse, mis väljendub undamisena.

Vananenud lahtisidestus- ja anoodkoormustakisti *2* tekitab vastuvõtjas sageli ebakorrapäraseid raginaid.

AVR-i koormus- ja filtertakisti *3* takistuse suurenemine (näiteks kümnekordseks oma esialgsest suurusest) paigutab ümber automaatselt eelpingestatavate lampide tööpunktid, mille tagajärjeks on modulatsioonimüra tekkimine ning AVR-i ebarahuldav töötamine.

Lambi *4* siseelektroodide vigastused või nende puudulikud ühendused tekitavad vastuvõtjas hooti raksatusi. Kui lambi varjestus on puudulik või on varje maandamata, esineb müra ja undamine. 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. Mikrofoniefekti avastamiseks tuleb kasutada korrasolevat asenduslampi.

AVR-i defektne filterkondensaator 5 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.

7. RIKKED VAHESAGEDUSVÕIMENDAJAS

Üldiselt. Kui on selgunud, et seni proovitud astmetes rikkeid ei esinenud, tuleb alustada nende otsimist vahesagedusvõimendajas. Selleks tuleb kõigepealt kontrollida vahesagedusvõimendaja lambi anood- ja varivõrepingeid ning eelpinget joonisel 141 näidatud punktide vahel. Joonisel 142 on toodud milliampermeetri ühendamise kohad anood-, varivõre- ja emissioonvoolu mõõtmiseks. Joonisel 143 on näidatud, kuhu ühendada oommeeter vahesagedusvõimendusastme üksikosade korrasoleku kontrollimiseks.

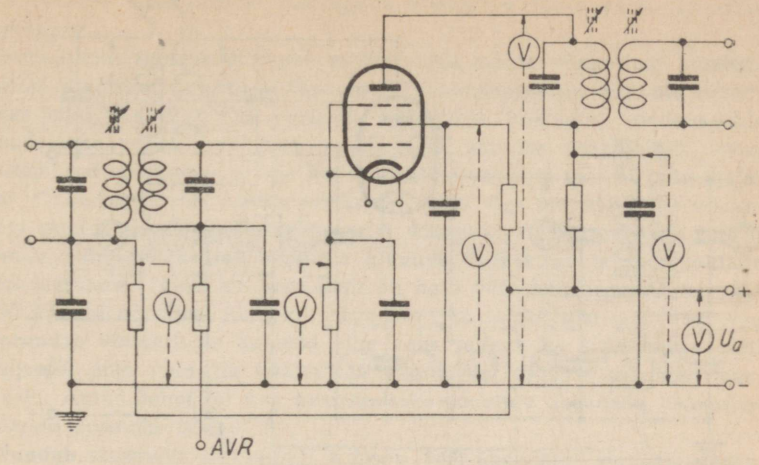
Üksikosad, nagu vahesagedus-võnkeringid, sidestuskondensaatorid ning takistid, mille rikked mõjutavad kogu astme korrapärast töötamist, tuleb kontrollida nende asendamise teel korrasolevatega. Selleks ühendatakse kahtlustatava üksikosa üks ots skeemist lahti ja asendatakse uuega.

Hädavajalik on korrasolev vastavat tüüpi lamp. Kui see ei ole metallkestaga (nagu 6K3), siis tuleb tähelepanu pöörata ka lambi varjestusele.

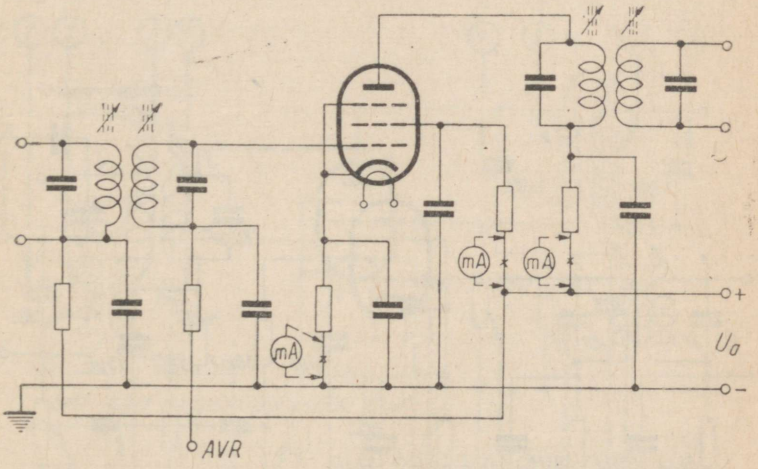
Vahesagedus-võnkeringide häälestuse kontrollimiseks tuleb kasutada signaalgeneraatorit. Seejuures peab teadma korrastatava vastuvõtja vahesagedust. Tänapäeva vastuvõtjatel on see tavaliselt 465 kHz.

Signaalgeneraatori väljejuhe ühendatakse 100-pF mahtuvusega kondensaatori kaudu algul teise vahesagedustrafo (II VST) punkti *4*, nii nagu see on märgitud joonisel 144. Signaalitugevuse kontrollimiseks võib kasutada vastuvõtja enda optilist häälestusindikaatorit või lihtsamal juhul valjuhääldajat. Täpsemaks kontrollimise abinõuks on väljemõõtja, mis ühendatakse võimsusvõimendaja väljesse.

Järgnevalt muudame pooli raudsüdamiku keeramisega ühele poole võnkeringi induktiivsust. Vanemat tüüpi vastuvõtjates, kus poolid on raudsüdamikuta, kasutatakse vahesagedus-võnkeringide häälestamiseks trimmereid. Võnkeringi häälestamisega tuleb saavutada signaali suurim tugevus, mida näitab optiline indikaator või väljemõõtja. Niiviisi tuleb

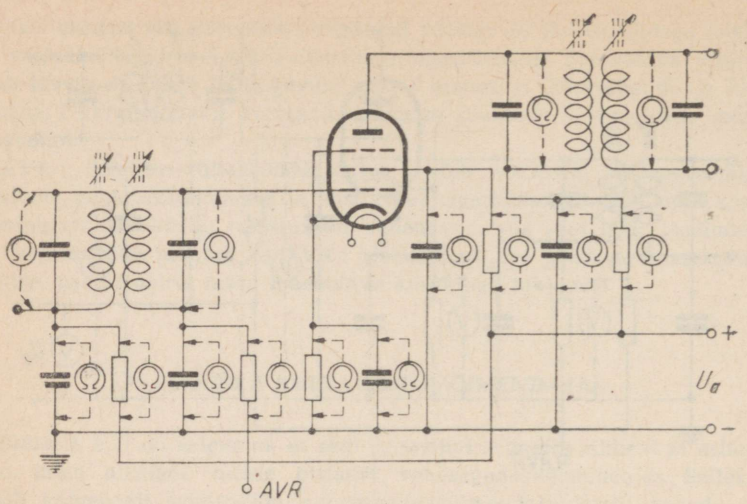


Joon. 141. Voltmeetri rakenduspunktid vahesagedusvõimendaja lambi anood- ja varivõrepingete ning eelpinge mõõtmiseks.

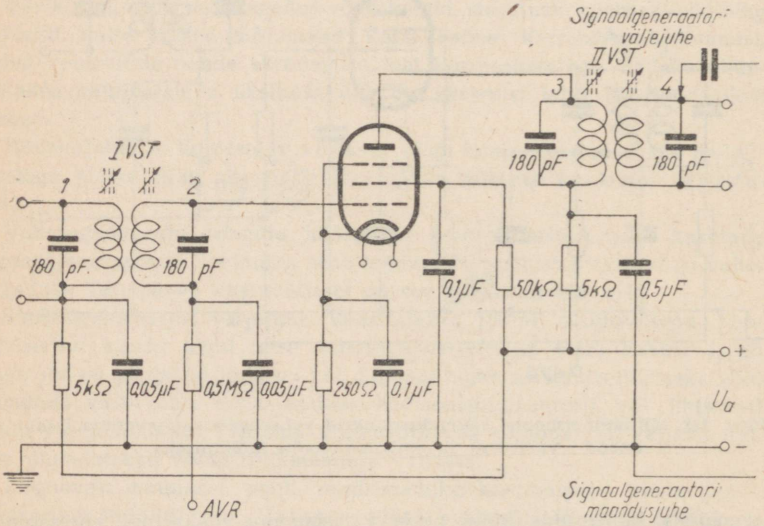


Joon. 142. Milliampermeetri rakenduspunktid vahesagedusvõimendaja lambi anood-, varivõre- ja emissioonvoolu mõõtmiseks.

järgemööda kontrollida kõigi nelja vahesagedus-võnkeringi korrasolekut, alates II VST sekundaarringiga (punkt *4*) ja lõpetades I VST primaarringiga (punkt *1*). Kui mõni kontrollitavatest võnkeringidest pole korras, siis ei reageeri signaalitugevuse indikaator võnkeringi elemen-



Joon. 143. Oommeetri rakenduspunktid vahesagedusvõimendaja üksikosade korrasoleku kontrollimiseks.

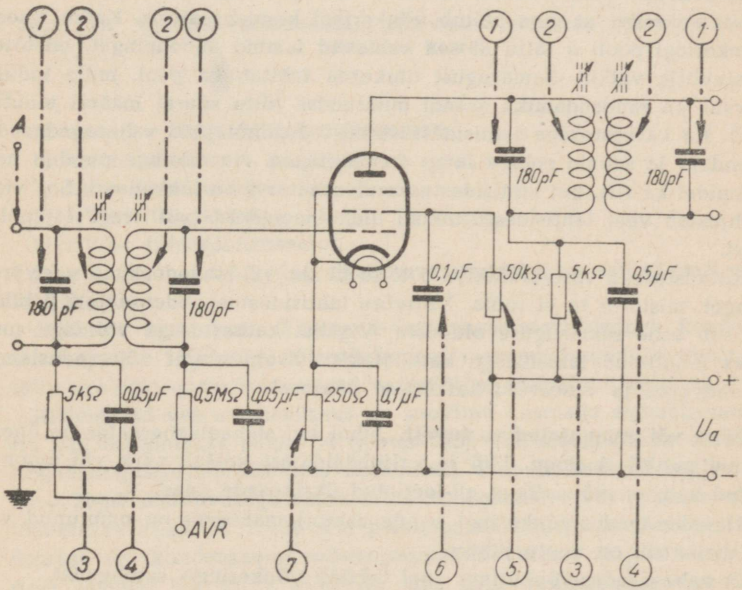


Joon. 144. Signaalgeneraatori väljejuhtme ühenduspunktid vahesagedusvõimendaja võnkeringide korrasoleku kontrollimiseks.

tide suuruse muutumisele. Seesugune võnkering tuleb võtta lähemale vaatlusele.

Esmajoones tuleb mahtuvuse mõõtesillaga mõõta võnkeringi kondensaatori (ka trimmeri) mahtuvust, milleks kondensaatori üks ots joodetakse lahti. Kahtlane või osaliselt mahtuvuse kaotanud kondensaator asendatakse uuega, kusjuures mahtuvuste 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 sumbumust. 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. 145) ühendatud signaalgeneraatoriga kontrollimisel selgus, et vahesagedusvõimendusaste ei tööta, siis võivad seda põhjustada järgmiste üksikosade rikked:



Joon. 145. Vahesagedusvõimendaja proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel.

1) vahesagedus-võnkeringi kondensaatori mahtuvus on vähenenud;
2) vahesagedus-võnkeringi poolis on katkestus või ta induktiivsus on tunduvalt muutunud;
3) lahtisidestustakistis on katkestus;
4) lahtisidestuskondensaator on lühistunud;
5) varivõretakistis on katkestus;
6) varivõre lahtisidestuskondensaator on lühistunud;
7) katoodtakisti on lühistunud.

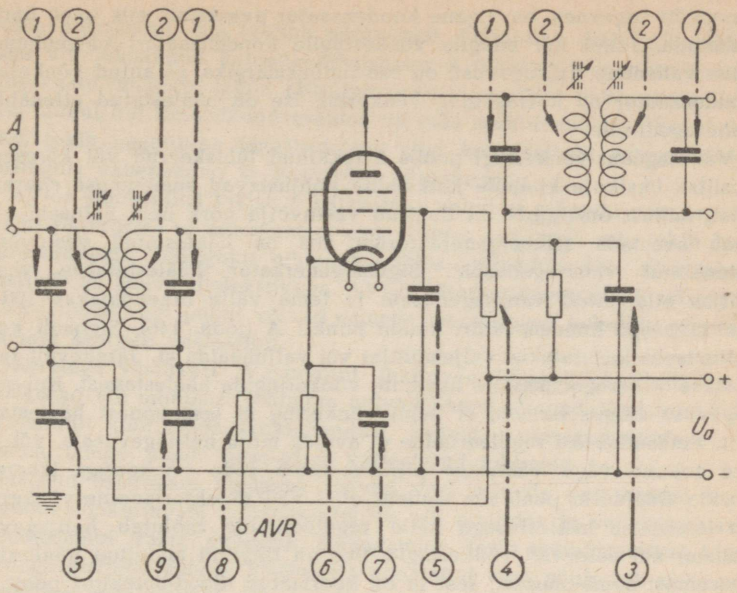
Nimetatud rikete avastamiseks on tarvilikud: signaalgeneraator, avomeeter, mahtuvuse mõõtesild, lampvoltmeeter, väljemõõtja, alalisvoolu huumlamp-indikaator, korrasolev proovilamp ja mitmesuguse suurusega takisteid ning kondensaatoreid, mille ligikaudsed suurused on antud joonisel 145.

Vastuvõtja täielikku vaikimist põhjustab vahesagedus-võnkeringi kondensaator *1*, kui ta mahtuvus on palju vähenenud või ta üldse ei oma mahtuvust. Väga harva esineb ka selle kondensaatori lühistumine. Kahtluse all olev kondensaator tuleb katseks asendada uuega. Siin võib proovimiseks eduga kasutada 500-pF lõppmahtuvusega pöördkondensaatorit, mis painduvate juhtmete abil on ühendatud kahtlustatava kondensaatoriga rööbiti. Suurendades pöördkondensaatori mahtuvust alates algmahtuvusest, võib tekkida olukord, mil vastuvõtja hakkab tööle. Sel juhul on selge, et viga peitub võnkeringi kondensaatoris. Katkestusega võnkeringi pooli *2* tõttu ei saa vastavad lambid anoodpinget, mistõttu vastuvõtja vaikib. Samasugust olukorda tekitab ka pool, mille induktiivsus on raudsüdamiku asendi muutumise tõttu suurel määral muutunud. Ka katkestusega lahtisidestustakisti *3* puhul jääb vahesagedusvõimendaja ja sellele eelnev lamp anoodpingeta. Anoodpinge puudub neil lampidel ka siis, kui lahtisidestuskondensaator *4* on lühistunud. See viga põhjustab veel lahtisidestustakisti ülekuumenemist või isegi läbipõlemist.

Katkestusega varivõretakisti *5* tõttu ei saa vahesageduslamp varivõrepinget, mistõttu ta ei tööta. Varivõre lahtisidestuskondensaatori *6* lühis kutsub esile samasuguse olukorra. Vigane, katkestusega või õige suureks muutunud takistusega katoodtakisti *7* on samuti võimenduslambi anoodvoolu ja vastuvõtu katkemise põhjuseks.

Nõrk või moonutatud vastuvõtt. Juhul kui signaalgeneraator on ühendatud punkti *A* (joon. 146) ja valjuhääldajast kostab nõrk või moonutatud heli, on võimalikud all-loetletud üksikosade vead:
1) vahesagedus-võnkeringi kondensaatori mahtuvus on muutunud või ta dielektrik on voolu juhtiv;
2) vahesagedus-võnkeringi pool tekitab võnkeringis sumbumist.

On vigased:
3) anood-lahtisidestuskondensaator;
4) varivõretakisti;



Joon. 146. Vahesagedusvõimendaja proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral.

5) varivõre lahtisidestuskondensaator;
6) katoodtakisti;
7) katoodkondensaator;
8) AVR-i filtertakisti;
9) AVR-i filterkondensaator.

Proovimisvahendid nende rikete avastamiseks on samad mis eelmisel juhul.

Osaliselt mahtuvuse kaotanud vahesagedus-võnkeringi kondensaator *1* (joonis 146) põhjustab võnkeringi resonantsisageduse tõusu, mistõttu see pole enam häälestatud vastuvõtjas ettenähtud vahesagedusele.

Kirjeldatud vea avastamiseks on soovitav kasutada signaalgeneraatorit, mis ühendatakse punkti *A* (joonis 146), või häälestatakse vastuvõtja ringhäälingusaatjale (soovitav kesklainel). Proovimiseks on veel tarvilik 10 . . . 20-pF mahtuvusega keraamiline kondensaator või trimmer, millele joodetakse külge 50 . . . 100 mm pikkused ühendusjuhtmed. Nüüd ühendatakse see kondensaator vahesagedustrafo varjest väljuvatele võnkeringi otstele. Nii tuleb proovida läbi kõik vahesagedus-võnkeringid. Alatakse seejuures II VST detektoripoolsest võnkeringist ja lõpetatakse I VST muundusastme võnkeringiga. Kui seesugusel proovimisel

vastuvõtt tugevnes, on vigane kondensaator avastatud, mis tuleb ümber vahetada. Juhul kui mingile võnkeringile kondensaatori külgeühendamine vähendab helitugevust, on see tunnusmärgiks, et antud võnkeringi kondensaator on korras ning võnkering ise on häälestatud ettenähtud vahesagedusele.

Vahesagedus-võnkeringi poolis *2* tekkinud lühiskeerud või kõrgsageduslitse üksikute kiudude katkemine põhjustavad sumbumuse suurenemist, millest omakorda on tingitud vastuvõtja nõrk heli. Selliseid vigu saab avastada signaalgeneraatoriga, mis on häälestatud vastuvõtjas ettenähtud vahesagedusele. Signaalgeneraator häälestatakse vastuvõtjas ettenähtud vahesagedusele ja tema välje rakendatakse 100-pF mahtuvusega kondensaatori kaudu punkti *A* (joon. 146). Signaali kontrollimiseks kasutatakse väljemõõtjat või valjuhääldajat. Järgnevalt teostatakse vahesagedusastme üksikute võnkeringide häälestamist. Kui selle tegevuse käigus ilmneb, et mõni võnkering ei lase ennast häälestada, s. t. raudsüdamiku reguleerimine ei avalda mõju helitugevusele, või kui see toimub väga väikestes piirides, tuleb seda võnkeringi lähemalt uurida. Seejuures peab aga teadma, et II VST detektoripoolne võnkering on lamedama häälestusega (selle reguleerimine mõjutab helitugevust vähem) kui eelnevad võnkeringid. See on tingitud mainitud võnkeringi suuremast sumbumusest, sest ta on koormatud diood-detektori poolt.

Signaalgeneraatori puudumisel võib sama toimingu sooritamiseks häälestada vastuvõtja kesklainel töötavale ringhäälingusaatjale ja kontrollida vahesagedus-võnkeringide häälestust valjuhääldaja või optilise häälestusindikaatori abil.

Vahesagedus-võnkeringide poolide kõrgsageduslitse kiudude katkemist on võimalik kindlaks teha oommeetri abil, millega mõõdetakse kõigi poolide takistust. Kui näiteks seesugusel mõõtmisel kolme pooli takistus on 4 Ω ja ühe pooli takistus 6 Ω, siis on ilmne, et viimane pool on defektne ja ta tuleb võtta lähemale vaatlusele. Sellisel teel on vea avastamise tingimuseks, et kõik poolid korrasolevatena omaksid võrdset takistust. Võnkeringi lühiskeerdudega pooli on oommeetri abil raske avastada. Vähenenud dielektriku takistusega anood-lahtisidestuskondensaator *3* on lambi anoodpinge languse põhjustajaks. See omakorda madaldab lambi võimendustegurit ja nihutab ta tööpunkti, mistõttu lõpptagajärjeks on vastuvõtja nõrk ja sageli moonutatud heli.

Vananenud ja seetõttu suurenenud takistusega varivõretakisti *4* tekitab tunduva pingelangu, mistõttu varivõrepinge on madal, lambi võimendustegur väike ja vastuvõtja heli nõrk. Samasuguseid nähtusi põhjustab ka vähenenud dielektriku takistusega varivõre lahtisidestuskondensaator *5*.

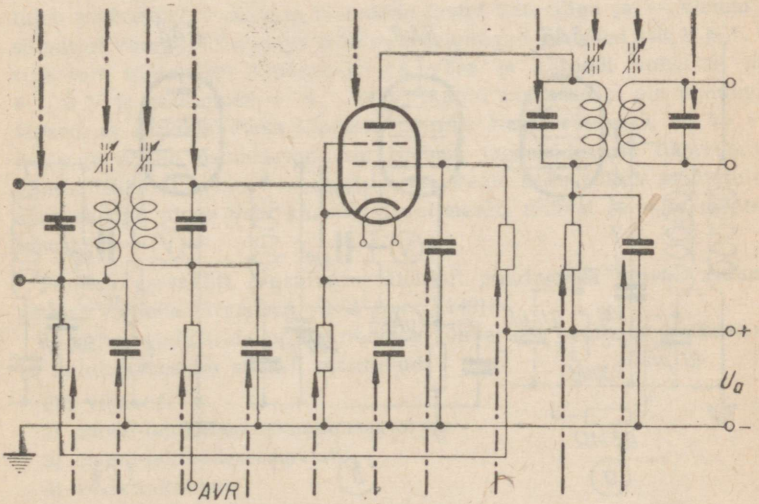
Kui katoodtakisti *6* takistus on suurenenud, põhjustab see lambi eelpinge tõusu ja sõltuvalt sellest anoodvoolu langust ning anoodile rakendatud pinge kõrgenemist. Tööpunkt lambi tunnusjoonel kaldub nüüd alu-

misse põlvikusse, mis tekitab nõrka heli. Puuduliku dielektrikutakistusega või lühistunud katoodkondensaator *7* nihutab tööpunkti ülemisse põlvikusse, mistõttu lambi anoodpinge ja vastuvõtja helitugevus langevad. Juhul kui katoodkondensaator on oma mahtuvuse täielikult kaotanud, tekib negatiivne tagasisidestus ning koos sellega astme võimendusteguri vähenemine ja vastuvõtu nõrgenemine.

AVR-i silumisfiltri takisti *8* katkestuse puhul ei rakendu vahesagedusslambi tüürvõrele ei automaatset ega püsivat eelpinget, mis tekib lambi katoodtakistil. Tööpunkti nihkumise tõttu väljendub see rike nõrgas vastuvõtus. Halva dielektrikuga AVR-i filterkondensaator *9* nõrgendab AVR-i toimet. Sel puhul võivad esineda moonutused kohaliku või tugevamate saatjate vastuvõtul.

Häiretega vastuvõtt. Vastuvõtul tekitavad häireid põhiliselt rikkis üksikosad või montaaži juhtmete halvad ühenduskohad. Seepärast tuleb põhjalikult kontrollida kruviühendusi, jooteid, vahesagedustrafode varjestusi, lampe, nende pesasid ja varjestatud juhtmeid.

Häireid tekitavate vigadena võivad veel esineda katkestused vahesagedus-võnkeringide kondensaatorites või poolides ja vahesagedusvõimenduslambi varje puudulik maandamine (eriti metalliseeritud klaaskestaga lampide puhul). Viimasena nimetatud viga põhjustab vahesagedusastme endaergutust, mis tavaliselt väljendub vilena, kui vastuvõtja on häälestatud mingile jaamale. Sel puhul ei reageeri häälestusele ka



Joon. 147. Vahesagedusvõimendusastme proovipunktid vigade avastamiseks häiretega vastuvõtu korral.

optiline indikaator, mille tume sektor on vahesagedusastme genereerimise ajal minimaalne ning liikumatu.

Proovimisvahendid on häiretega vastuvõtu vigade avastamisel samad, mis on loetletud punktis „Puudub vastuvõtt".

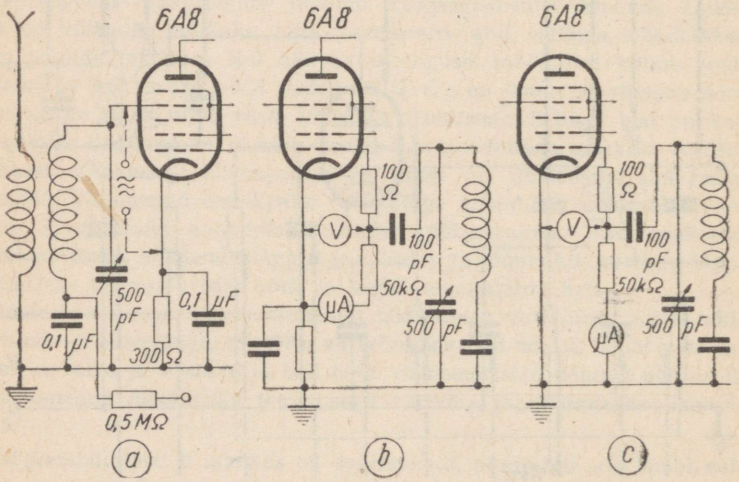
Kui mõõteriistade rakendamine ei anna üksikosade rikete avastamiseks tulemusi, on soovitav kasutada nende osade proovimiseks asendamismeetodit.

Joonisel 147 on näidatud vahesagedusvõimendusastme proovipunktid vigade avastamiseks häiretega vastuvõtul.

8. RIKKED MUUNDUSASTMES

Üldiselt. Kui selgus, et alaldajas, võimsusvõimendusastmes, madalsagedus-pingevõimendajas, detektoris ja vahesagedusvõimendusastmes rikkeid ei esinenud või need kõrvaldati ja vastuvõtja ikkagi ei tööta, tuleb viga otsida muundusastmest. Selleks rakendatakse signaalgeneraatori moduleeritud kõrgsageduspinge (näiteks 1000 kHz, 100 μV) muunduslambi signaalvõrele, nagu see on näidatud joonisel 148, *a*. Vastuvõtja väljepinge mõõtmine ja kuulamisproov annavad vea liigist esialgse ettekujutuse.

Muundusastmes muundatakse vastuvõetava raadiosaatja signaalisagedus ostsillaatori poolt tekitatud sageduse abil peamiselt madalama sagedusega kõrgsageduseks, mida nimetatakse vahesageduseks.



Joon. 148. Muundusastme ostsillaatorosa korrasoleku kontrollimine: *a* — signaalgeneraatoriga, *b* ja *c* — voltmeetri või mikroampermeetriga.

Ostsillaator kujutab endast miniatuurset saatjat (kõrgsagedusgeneraatorit), milles kasutatakse tavaliselt induktiivset tagasisidestust. Ostsillaatorilt nõutakse, et selle poolt genereeritav kõrgsagedusvool 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.

Peale muunduslambi ostsillaatorosa anoodpinge ja -voolu mõõtmist on tarvis mõõta ka selle lambiosa võrevoolu, mille suuruse järgi võib otsustada ostsillaatori töörežiimi üle. Võrevoolu mõõtmiseks tuleb kasutada mikroampermeetrit, mis ühendatakse joonise 148, *b* kohaselt ostsillaatori võretakisti ja katoodi vahele. Kui muundusastmes katoodtakisti puudub, ühendatakse mikroampermeeter võretakisti ja šassii vahele (joon. 148, *c*). Võrevoolu tugevus sõltub laineastmikust. Üldjuhiseks on see, et 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;
pikklaineil 0,25 ... 0,40 mA.

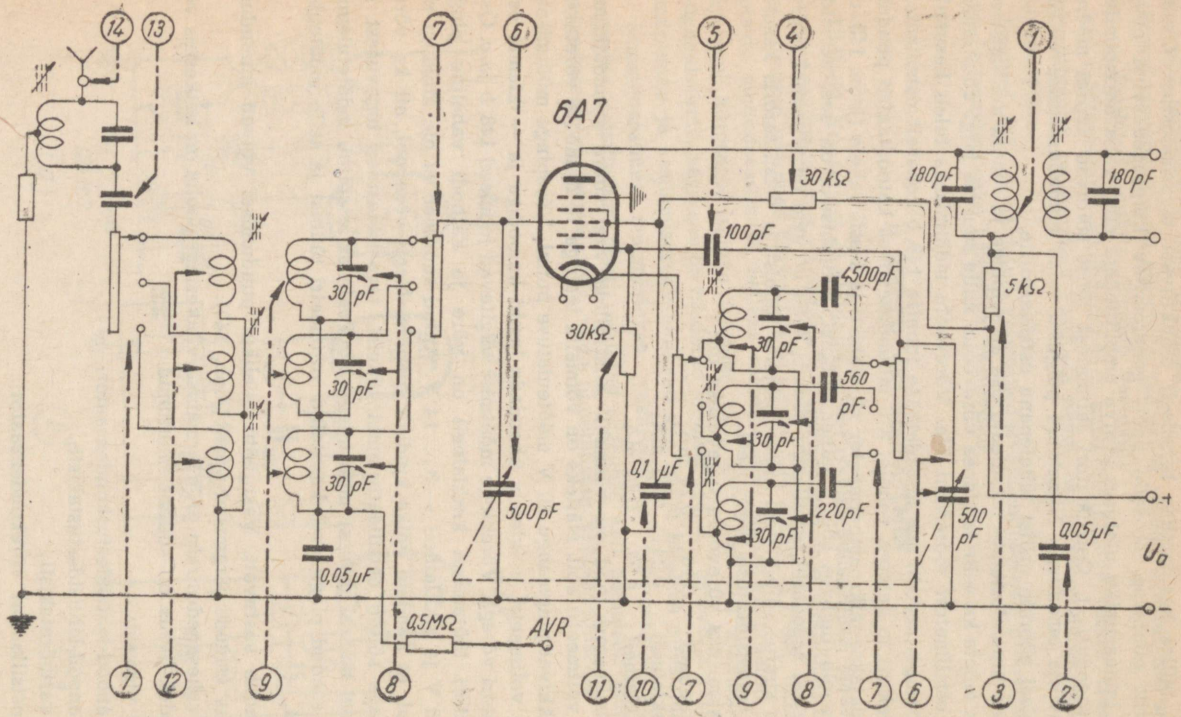
Ostsillaatori tööd on võimalik kontrollida veel suure sisendtakistusega voltmeetri abil. Näiteks on võimalik testriga Ц-20 mõõta võretakistil tekkivat pingelangu 30 V mõõteulatuse puhul. Võrepinge mõõtmiseks tuleb voltmeetri + -klemm ühendada lambi katoodiga ja — -klemm ostsillaatori võrega. Võrepinge mõõtmist selgitavad joonised 148, *b* ja *c*. Ostsillaatori töötamisel kesklaineil on võre ja katoodi vaheline pinge 4 ... 8 V ja pikklaineil — 8 ... 14 V. Antud suurused ei ole muidugi nii täpsed, et nendele võiks kindlalt toetuda. Nagu võrevool, nii ka võreeelpinge sõltub ostsillaatorlambi tüübist, tagasisidestuse tugevusest ja vähesel määral mõnest muust tegurist. Peale selle sõltub mõõtetulemusena saadud pinge veel kasutatud voltmeetri tüübist ja selle mõõteulatusest.

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu täielikul puudumisel võivad muundusastmes esineda järgmised vead (joon. 149):

1) vahesagedustrafo primaarmähise võnkeringi poolis on katkestus või ta induktiivsus on suurelt muutunud.

On vigased:

2) anood-lahtisidestuskondensaator;
3) anood-lahtisidestustakisti;
4) varivõretakisti;
5) ostsillaatori võrekondensaator;
6) häälestuskondensaatori plaadid on lühistunud või ta ühendustes on katkestus;



Joon. 149. Muundusastme proovipunktid vastuvõtu täielikul puudumisel.

7) lainelüliti pole korras;
8) trimmer on lühistunud;
9) ostsillaator- või sisendvõnkeringi poolis on lühis või katkestus;
10) varivõre lahtisidestuskondensaator on lühistunud;
11) ostsillaatori võretakisti on vigane;
12) antenni sidestuspoolis on katkestus (läbi põlenud);
13) antenni sidestuskondensaatoris on katkestus;
14) antennipuks ei ole korras.

Kui anoodpingete mõõtmisel selgus, et muunduslambi anoodil puudub pinge, siis tuleb otsida anoodringis katkestust. Esmajoones tuleb kontrollida vahesagedustrafo primaarmähist *1*. Ka oma algasendist ärapööratud primaarvõnkeringi südamik või mahtuvuselt vähenenud sama võnkeringi kondensaator põhjustavad vastuvõtja täielikku vaikimist. Vastuvõtja ei tööta ka lühistunud anood-lahtisidestuskondensaatori *2* või katkestusega lahtisidestustakisti *3* puhul. Muundusastme töö lakkamise põhjuseks võib veel olla katkestusega varivõretakisti *4*, mispuhul muunduslamp ei tööta. Erilist tähelepanu tuleb pöörata ostsillaatori võrekondensaatorile *5*, mille katkestuse puhul ostsillaator lakkab töötamast.

Muundusastme mitmesuguste vigade põhjuseks võib olla pöördkondensaator *6*, mille plaatidevahelise lühise puhul ostsillaatori sektsioonis ostsillaator ei tööta. Sama kondensaatori sisendvõnkeringi sektsiooni plaatide lühistumisel ei tööta sisendvõnkering. Mõlemal juhul vastuvõtja täielikult vaikib.

Pöördkondensaatori lühist on võimalik kontrollida oommeetri või huumlamp-indikaatoriga. Selleks tuleb enamikul juhtudel pöördkondensaatori staatori ühendus katkestada.

Ostsillaator- või sisendastme mittetöötamist põhjustavad sageli lainelüliti *7* vigased või mustunud kontaktid, mis oma suure üleminekutakistusega tekitavad võnkeringides suuri kõrgsageduslikke kadusid. Eriti teravalt avaldub see lühilaineil.

Võnkeringide algmahtuvuse ühtlustamiseks kasutatavaid trimmereid *8* tuleb hoolikalt kontrollida, sest neis esineb sageli lühis. Et trimmerid on ühendatud sisend- ja ostsillaatorvõnkeringidega rööbiti, siis langeb töölt välja see laineala (iseseisvalt sisselülitatavate võnkeringipoolide puhul), mille võnkeringis trimmer on lühistunud. Trimmereid kontrollitakse samade vahenditega ja samal viisil nagu pöördkondensaatoritki.

Sisend- või ostsillaatorvõnkeringi pooli *9* katkestus või lühis põhjustab vastuvõtja vaikimist sellel lainealal, kuhu nimetatud pool kuulub.

Lühistunud või vähenenud dielektrikutakistusega varivõre lahtisidestuskondensaator *10* on sageli madaldunud või täiesti puuduva varivõrepinge põhjustajaks.

Ostsillaator ei tööta, kui ta võretakistis *11* on katkestus või ta takistus on muutunud liiga suureks.

Vastaval lainealal puudub vastuvõtt, kui sinna kuuluvas antenni sidestuspoolis *12* on katkestus või kui see pool on läbi põlenud. Antenni sidestuspool võib läbi põleda välgu tõttu või juhul, kui antenn satub ühendusse võrguvoolu juhtmega. Katkestusega antenni sidestuskondensaator *13*, samuti vigane antennipuks *14* põhjustavad vastuvõtja vaikimist kõikidel lainealadel.

Nõrk või moonutatud vastuvõtt. Nõrka või moonutatud vastuvõttu võivad tekitada samasugused vead, mis esinesid vastuvõtu täielikul puudumisel. Esmajoones on võimalikud üksikosade alljärgnevad rikked (joon. 150):

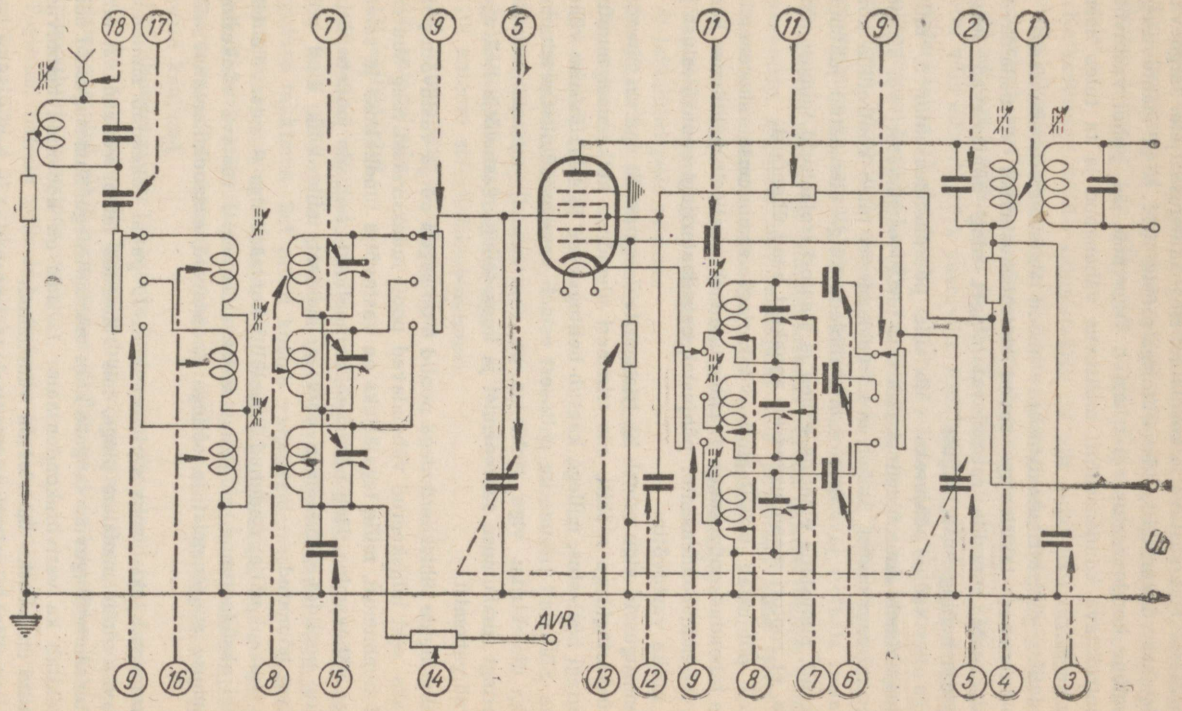
1) vahesagedus-võnkeringi poolis on lühiskeerud või ta induktiivsus on muutunud;
2) vahesagedus-võnkeringi kondensaatori mahtuvus on muutunud;
3) anood-lahtisidestuskondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
4) anood-lahtisidestustakisti takistus on muutunud;
5) pöördkondensaatoris esinevad isolatsiooni vead või ta ühendusjuhtmete jootekohad ei anna head kontakti;
6) ostsillaatori lühenduskondensaatori mahtuvus on muutunud;
7) ostsillaator- või sisendvõnkeringi trimmeri isolatsioonitakistus on vähenenud;
8) võnkeringi poolis on lühiskeerud või ta otste jootekohtades on halb kontakt.

On vigased:

9) lainelüliti;
10) varivõretakisti;
11) ostsillaatori võrekondensaator;
12) varivõrekondensaator;
13) ostsillaatori võretakisti;
14) AVR-i silumistakisti;
15) AVR-i silumiskondensaator;
16) antenni sidestuspool;
17) antenni sidestuskondensaator;
18) antennipuks.

Nõrga või moonutatud vastuvõtu puhul tuleb vigade avastamiseks kasutada samu proovimisvahendeid kui puuduva vastuvõtu korral.

Kui vahesagedustrafo primaarvõnkeringi poolis *1* on lühiskeerud või kui selle võnkeringi kondensaatori *2* mahtuvus või dielektriku takistus on vähenenud, töötab vastuvõtja nõrgalt. Pooli üksikute lühiskeerdude avastamine oommeetri abil ei anna tavaliselt tulemusi. Seepärast on soovitav kasutada asendusmeetodit, milleks kahtlustatav vahesagedustrafo tuleb asendada samasuguse uuega ning häälestada signaalgeneraatori abil vastuvõtjale ettenähtud vahesagedusele. Kui nüüd vastuvõtt toimub normaalse helitugevusega, siis peitus viga vahesagedustrafos.



Joon. 150. Muundusastme proovipunktid nõrga või moonutatud vastuvõtu korral.

Vahesagedus-võnkeringi kondensaatori mahtuvuse õigsuse kontrollimiseks häälestatakse vastuvõtja kesklainel ringhäälingusaatjale. Järgnevalt ühendatakse võnkeringi kondensaatoriga rööbiti 10 ... 40-pF mahtuvusega keraamiline kondensaator või trimmer. Tugevneb sel puhul vastuvõtt, on kontrollitava kondensaatori mahtuvus vähenenud ja ta tuleb asendada uuega.

Puuduliku dielektrikutakistusega anood-lahtisidestuskondensaator *3* või suurenenud takistusega anood-lahtisidestustakisti *4* madaldavad muunduslambi anoodile rakenduvat pinget ning põhjustavad seega vastuvõtja helitugevuse langust.

Nõrga vastuvõtu põhjuseks võib olla pöördkondensaator *5*, mille ühendusjuhtmete suur üleminekutakistus tõstab ostsillaator- või sisendvõnkeringi sumbumust. Selle vea kõrvaldamiseks tuleb kontrollida kondensaatori staatori ja rootori kontaktliblede külge ühendatud juhtmete jootekohti, puhastada plaatide vahed ja staatori isolaatorid tolmust ning jälgida, et rootori maandusvedrud annaksid head ühendust.

Sageli põhjustab ostsillaatori võnkeringi sumbumuse suurenemist vigane lühenduskondensaator *6*. Lühistunud või osaliselt mahtuvuse kaotanud lühenduskondensaator põhjustab ostsillaatorringi ebahäälestust ja seega nõrka vastuvõttu.

Mitmesuguseid vigu esineb ka trimmerite *7* juures. Et nad on ühendatud võnkeringidega rööbiti, siis trimmeri ühenduse katkemisel muutub võnkeringi häälestus, millega kaasub helitugevuse ja selektiivsuse vähenemine. Sõltuvalt trimmerite ehitusest esineb vanematüübilistes trimmerites ka dielektriku vigu (juhtivus on suurenenud), mis põhjustavad võnkeringi sumbumuse suurenemist ja koos sellega vastuvõtja helitugevuse nõrgenemist.

Võnkeringide lühiskeerdudega poolid *8* on sageli nõrga vastuvõtu põhjustajaks, sest lühiskeerud vähendavad pooli induktiivsust ning suurendavad 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.

Aja jooksul väljapaindunud lainelüliti kontaktvedru *9*, mis võib olla ka veel oksüdeerunud, põhjustab vastaval lainealal vastava võnkeringi sumbumuse suurenemist ja sellega kaasnevaid eespoolnimetatud nähtusi.

Suurenenud takistusega varivõretakisti *10* puhul rakendub muunduslambi varivõrele madalam pinge, mis vähendab lambi võimendust ning kutsub esile helitugevuse languse koos moonutustega. Samasuguseid nähtusi tekitab ka varivõrekondensaator *12*, mis on kaotanud mahtuvuse või mille dielektriku takistus on vähenenud.

Kui ostsillaatori võrekondensaatori *11* mahtuvus on vähenenud või dielektrik halb, siis väheneb ostsillaatori võnkeamplituud, mispuhul võn-

kumine toimub raskendatud tingimustes ning võib üldse katkeda. Seejuures lakkab töötamast esijoones lühilaine. Ostsillaatori võretakisti *13* rikke (suurenenud takistuse) puhul tõuseb ostsillaatori eelpinge, mis nihutab tööpunkti ja põhjustab nõrga ning moonutatud vastuvõtu tekkimist.

Katkestusega AVR-i silumistakisti *14* või puuduliku dielektrikutakistusega silumiskondensaator *15* tekitavad tugevate sisendsignaalide puhul moonutusi, sest AVR ei tööta sel puhul normaalselt.

Ka antenni sidestuspooli *16* lühiskeerdude või ta otste halbade joodete tõttu võib esineda nõrk vastuvõtt. Antennifiltri järjestikuse või rööbitise kondensaatori *17* dielektriku takistuse vähenemine kutsub esile tunduva helitugevuse languse kas ühe laineastmiku ulatuses või ainult selle algul või lõpus. Mustunud, oksüdeerunud või teisiti halba kontakti andev antennipuks on samuti nõrga vastuvõtu tekitajaks.

Häiretega vastuvõtt. Muundusastmes võivad häirete (vilede, undamise, naksatuste, raginate jm.) tekitajaiks olla järgmised vead (joon. 151):

1) anood-lahtisidestuskondensaator pole korras;
2) anood-lahtisidestustakisti on muutuva kontaktiga;
3) pöördkondensaator vibreerib;
4) lainelüliti pole korras;
5) võnkeringi poolis esineb lühiskeerde.

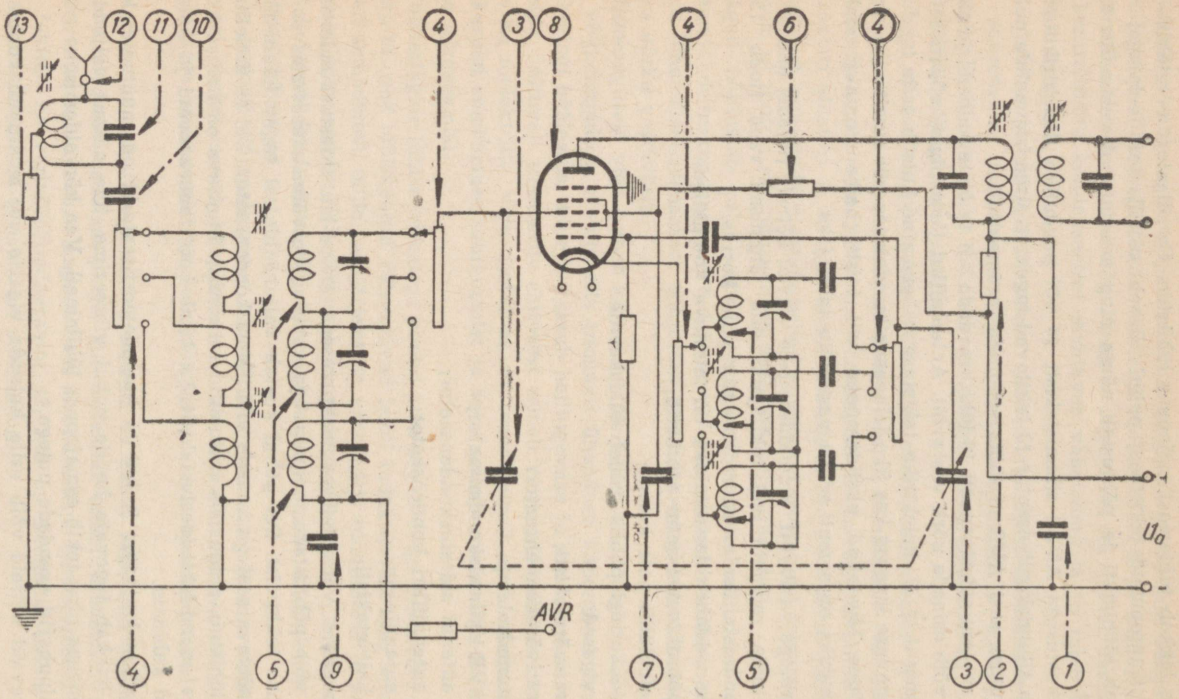
On vigased:

6) varivõretakisti;
7) varivõrekondensaator;
8) muunduslamp;
9) AVR-i silumiskondensaator;
10) antenni sidestuskondensaator;
11) antennifiltri kondensaator;
12) antennipuks;
13) kaitsetakisti.

Vähenenud või puuduva mahtuvusega anood-lahtisidestuskondensaator *1* 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. Muutuva elektrilise kontaktiga anood-lahtisidestustakisti *2* tekitab hooti suurenevaid ja nõrgenevaid kahinaid.

Pöördkondensaator *3*, kui ta kummiamortisaatorid on muutunud kõvaks, hakkab tugevate helide puhul vibreerima. See nähtus väljendub undamisena ning tekib esmajoones lühilaineil. Vea kõrvaldamiseks tuleb kummipuhvrid asendada uutega.

Tugevaid häireid võib esile kutsuda vigaste või mustunud kontaktidega lainelüliti *4*. Praktika näitab, et mustunud kontaktid tekitavad raginaid, kuna väljapaindunud kontaktvedrud põhjustavad raksatusi. Vii-



Joon. 151. Muundusastme proovipunktid häiretega vastuvõtu korral.

mast liiki häiret tekitavad ka võnkeringi pooli *5* lühiskeerud, kui need ajuti lühistuvad, eriti vastuvõtja raputamisel või tugeva heli puhul.

Suurenenud takistusega varivõretakisti *6* põhjustab muunduslambi pingete ja voolude muutumist ning lambi tööpunkti nihkumist, mis väljendub mürana. Vananenud varivõretakisti juures võivad ta takistuskeha ja väljejuhtmete vahel esineda kontaktivead, mis kuulduvad vastuvõtjas raginatena. Katkestusega varivõrekondensaator *7* tekitab vastuvõtul müra, kuna sama kondensaatori vähenenud takistusega dielektrik on põhiliselt naksatuste tekitajaks.

Defektne muunduslamp *8*, milles esinevad elektroodidevahelised lühised või nende 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.

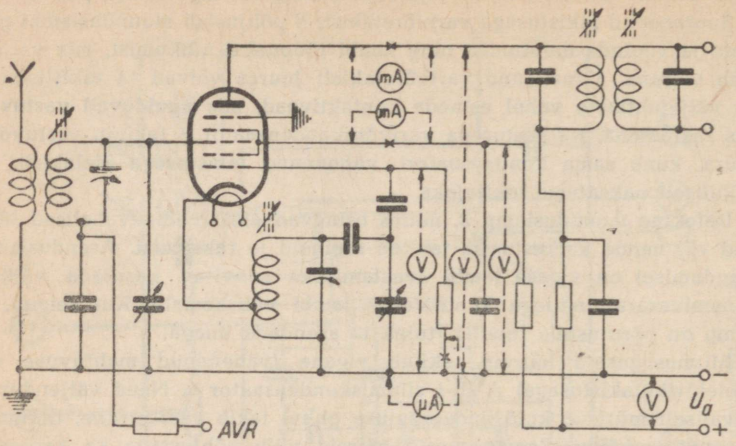
Mitmesuguseid häireid tekitab vigane (vähenenud mahtuvuse või dielektrikutakistusega) AVR-i silumiskondensaator *9*. Need väljenduvad tavaliselt mürana, kuid endaergutuse puhul tekib veel eriline, tilkumist meenutav häire. Samasuguseid häireid võib põhjustada ka katkestusega AVR-i silumistakisti, mil muunduslambi signaalvõrering on avatud.

Antenni sidestuskondensaatori *10* vead (katkestus, dielektriku vead jm.) on samuti häirete ja veel katkendliku ning kõikuva helitugevuse põhjustajaiks.

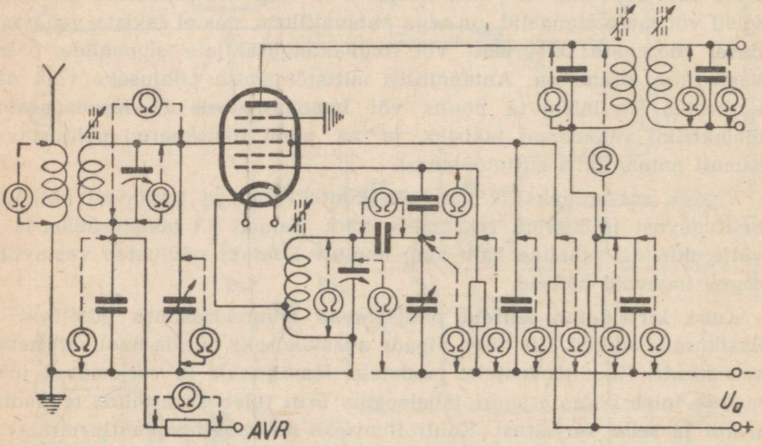
Kui vastuvõtja vahesagedusel või sellele lähedasel sagedusel töötab mõni saatja ja kui sel puhul kõigi vastuvõetavate saadetega kaasuvad viled või morsesignaalid, on viga antennifiltris, mis ei takista vahesagedusel töötavate telegraafi- või ringhäälingusaatjate signaalide pääsu vastuvõtja sisendisse. Antennifiltri mittetöötamise põhjuseks võib olla katkestus (ka lühis) ta poolis või kondensaatoris *11*. Kondensaatori dielektriku vähenenud takistus ja ka pooli lühiskeerud põhjustavad samuti antennifiltri mittetöötamist.

Vigane antennipuks *12* või halb kontakt sellega tekitavad kõikuvat helitugevust ja häireid raksumiste näol. Takisti *13* takistuskeha ja ta väljejuhtmete vaheline halb ning muutuv kontakt põhjustab vastuvõtul sageli tugevaid häireid.

Kuna kirjeldatud häireid põhjustavad muundusastmes põhiliselt ta üksikosade rikked, siis tuleb vigade avastamiseks uurida hoolikalt nende seisukorda. Ka ühendustele, joodetele, lambipesale ja varjestatud juhtmetele tuleb pöörata suurt tähelepanu. Eriti tuleb kontrollida muunduslampi ja selle varjestust. Kontrollimiseks on soovitav kahtlustäratavad üksikosad asendada katseliselt uutega või mõõta nende elektrilisi suurusi. Joonisel 152 ja 153 on näidatud, kuhu tuleb ühendada voltmeeter, milli- ja mikroampermeeter ning oommeeter muundusastme vigade avastamisel.



Joon. 152. Voltmeetri, milli- ja mikroampermeetri rakenduspunktid muundus-lambi anood- ja varivõrepinge ja voolude ning ostsillaatori võrevoolu mõõtmiseks.



Joon. 153. Oommeetri rakenduspunktid muundusastme üksikosade korrasoleku kontrollimiseks.

Üksikosade juures esinevaid rikkeid. L a i n e l ü l i t i. Nagu juba eespool nimetatud, esineb lainelülitis mitmesuguseid rikkeid, mis põhjustavad häireid, nõrka vastuvõttu ja selle täielikku puudumist. Riknenud lainelüliti asendamine uuega on küllalt tülikas ja aeganõudev töö. Seepärast tuleb katsuda lainelülitit parandada, ilma seda vastuvõtjast eemaldamata.

Lainelülitis võivad põhiliselt esineda järgmised vead:

mustunud kontaktid;

kontaktide puudulik surve;

vigane ekstsentrik või uuematüübilistel fiksaator;

lüliti külge ühendatud juhtmete halvad jooted.

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

Mustuse kõrvaldamiseks kontaktidelt kasutatakse aviobensiini või — mis on veel parem — tetrakloorsüsinikku, mida silmapritsi abil tilgutatakse lainelüliti kontaktidele. Seejuures tuleb lülitit palju kordi keerata edasi-tagasi äärmiste asendite vahel, et kontaktide puhastamine toimuks ka mehaaniliselt. Tugevasti oksüdeerunud kontaktide puhastamiseks võib kasutada karedamast kirjutuspaberist väljalõigatud riba, mis asetatakse lüliti liikuva ja paigalseisva kontakti vahele. Pabeririba edasi-tagasi liigutamisega puhastatakse kontaktide pinnad. Selleks otstarbeks võib kasutada ka ülipeent liiva- või smirgelpaberit. Jäme liivapaber rikub kontaktide pindu, muutes nad karedaks ja uuele oksüdeerumisele vastuvõtlikumaks. 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 väikese kruvikeeraja abil katsuda 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 on kergesti kõrvaldatav rastri keele oma õigesse asukohta painutamisega.

Puudulikud jooted häälestuspoolide otste ja lainelüliti kontaktide vahel suurendavad võnkeringi sumbumist ning tekitavad häireid. Jootekohti tuleb hoolikalt kontrollida pintsettide või isoleerainest konksu abil. Kasulik on selleks otstarbeks tarvitada luupi või hambapeeglit.

Lainelüliti halbade kontaktide avastamiseks võib rakendada hõõglamp-indikaatorit, milles kasutatakse 10 . . . 15-W võimsusega autolampi.

Indikaatori toiteallikaks võib kasutada kas 6-V pingega akupatareid või sama suure sekundaarpingega võrgutrafot. Puudulike kontaktide puhul ei helendu lamp normaalselt või ta valgustugevus on kõikuv, eriti siis, kui vastuvõtjat põrutatakse. Indikaatoris pole soovitav kasutada tavalist 3,5-voldilise pingega ja 0,28-amprilise vooluga taskulambipirni, mille suhteliselt nõrga voolu tõttu ei teki lainelüliti vigaste ja oksüdeerunud kontaktide vahel küllaldast pingelangu, mistõttu ka lambi valgustugevuse muutumine on väike. Eespool nimetatud autolambi vool aga moodustab 1,6 ... 2,5 amprit. Lainelüliti vigade avastamist tuleb teostada väljalülitatud vastuvõtja puhul.

P ö ö r d k o n d e n s a a t o r. 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 isolaatorid on mustunud.

Plaatidevahelise lühise kindlakstegemiseks (kui see pole silmaga märgatav) võib kasutada huumlamp- või hõõglamp-indikaatorit, oommeetrit või lihtsalt taskulambipirni koos patareiga. Enne vea otsimisele asumist tuleb pöördkondensaatori staatori ühendused mõntaažist lahti joota. Plaatide kokkupuute koha täpsemaks kindlaksmääramiseks on soovitav kasutada 25-W võimsusega valgustuslampi, mis ühendatakse kondensaatoriga järjestikku vahelduvvooluvõrku. Kondensaatori rootori pööramisel tekib sel puhul plaatide lühistumise kohal sädelemine ning samal ajal süttib ka valgustuslamp põlema. Peale lühistuskoha avastamist tuleb vea kõrvaldamiseks õhukese lauanoa abil ettevaatlikult painutada rootori plaate.

Rootori puudulik maandus kutsub vastuvõtja häälestamisel esile raginaid. Eriti on see märgatav lühilainel. Sellist viga tekitavad rootori mustunud ja väljapaindunud maandusvedrud. Viimaste kordaseadmiseks tuleb nad algul eraldada kondensaatori küljest ning seejärel puhastada bensiiniga. Kui vedrude pind jääb ikkagi mustaks, peab neid nüüd puhastama peene smirgelpaberiga ja seejärel uuesti bensiiniga. Järgnevalt antakse vedrudele tangide abil suurem paine, määritakse õhukeselt vaseliin- või kondiõliga ning paigutatakse oma kohtadele tagasi. Enne seda aga tuleb puhastada bensiiniga ja määrida kergelt õliga ka rootori võllil vedrude kontaktteed.

Kondensaatori plaatide vahele kogunenud tolm ja mustus võivad vastuvõtjas tekitada raginatena väljenduvaid häireid. Tolmu kõrvaldamiseks plaatide vahelt on soovitav kasutada paberiribasid või hanesulge. Kuid rasvast või õlist tolmu, mis on tugevasti kleepunud plaatide pinnale, sel teel kõrvaldada ei saa. Nimetatud juhul tuleb vastuvõtjast väljavõetud pöördkondensaator asetada bensiinivanni ning leotada teda

seal kuni mustuse eemaldumiseni. Samal ajal on kasulik plaatide vahesid hõõruda joonestuspaberi ribadega või hanesulega.

Pöördkondensaatori staatori mustunud isolaatorid tekitavad võnkeringis kadusid, mistõttu väheneb vastuvõtja tundlikkus, eriti lühilaineastmikus. Staatori isolaatoreid puhastatakse puutiku otsa asetatud vatitopiga, mis on küllaldaselt immutatud aviobensiini, tetrakloorsüsiniku või atsetooniga.

Võnkeringide poolid. Vastuvõtja sisend- või ostsillaatorvõnkeringide poolide juures esineb sageli tõsiseid vigu, mis põhjustavad vastuvõtja vaikimist või ta helitugevuse langust ühel või ka mitmel lainealal. Tuleb eristada rikkeid pooli mähises ja rikkeid poolikeha ning kõrgsagedusraudsüdamiku juures.

Pooli mähise juures võib avastada järgmisi vigu:
katkestus;
lühis;
halvad jootekohad;
mähise kihid on maha langenud;
mähis on kohalt nihkunud.

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

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

Kui kesk- või pikklaine poolides on katkestuse koht poolis avastatud, tuleks kõik keerud kuni katkestuseni maha kerida ja pärast poolitraadi kokkujootmist uuesti peale kerida. Universaalmähisega (ristmähisega) poolide korral ei anna käsitsi tagasimähkimine tavaliselt tulemusi, mistõttu sel puhul on õige valmistada uus pool.

Pooli lühiskeerdude kindlaksmääramiseks on vaja temaga rööbiti ühendatud trimmeri üks ühendusjuhe lahti joota, sest teisiti võib trimmeri viga (halb dielektriku isolatsioon) mõjutada mõõtetulemust. Kui avastati keerdudevaheline lühis, tuleb nagu katkestuse puhulgi valmistada uus pool.

Nagu juba eespool korduvalt on mainitud, põhjustab poolide juures vigu kõrgsageduslitse, mille kõik kiud pole ühendatud jootega. Sellise vea kõrvaldamiseks tuleb kõrgsageduslitse jootekoha lähedusès lõigata läbi nii, et kõik ta kiud oleksid eraldatavad ja eemaldatakse kiududelt siidisolatsioon. Seejärel keeratakse kiud kokku ja kuumutatakse piiritusleegil ning pistetakse kiiresti piiritusse või denaturaati. Pärast seda

kaetakse juhtme puhastatud ots piirituses lahustatud kampoliga ning joodetakse vajalikku kohta.

Võib esineda juhtumeid, et poolide keerud on mähise pealispinnal vabanenud ja seetõttu maha langenud. Seda viga võib sisendvõnkeringide poolide juures kergesti kõrvaldada nende keerdude uuesti pealemähkimisega ning mähise lõpu kinnitamisega niidi või vastava isoleerlaki abil. Tagasimähkimisel võib pooli induktiivsus mõningal määral muutuda. Seepärast tuleb ostsillaator- ja sisendvõnkeringe uuesti häälestada.

Ostsillaatorpoolides võib esineda ka selliseid vigu, et kinnitusliimi vananemise ja murenemise tõttu on muutunud kas pooli keerdude või ta enda asend poolikehal, mis põhjustab sidestustugevuse muutumist ja koos sellega vastuvõtja tundlikkuse vähenemist, ostsillaatori võnkumise katkemist või vilistamise tekkimist. Antud juhul tuleb mähis ja ta nihkunud keerud paigutada õigesse asendisse ning kinnitada seal vastava liimiga.

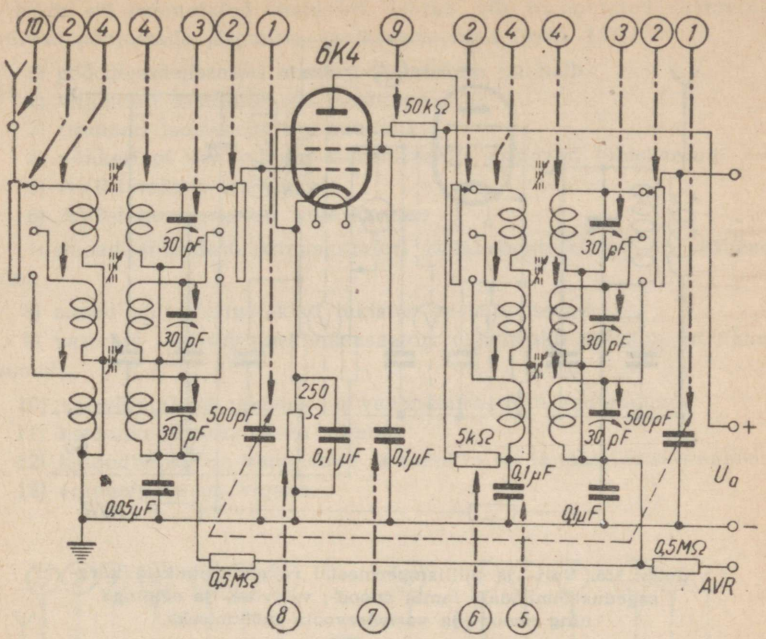
Poolikehade materjaliks kasutatakse tänapäeval põhiliselt polüstürooli. Vaatamata polüstürooli suurepärastele kõrgsagedustehnilistele omadustele, on tal mehaanilisi puudusi, mis väljenduvad poolikehade juures põhiliselt kas nende pragunemises või keerme riknemises. Poolikehade praod või eraldunud tükid on kokkuliimitavad bensooliga või siis bensooli ja polüstürooli lahusega. Poolikehade riknenud keerme puhul tuleb sinna asetada õhuke vildi- või riideriba. Raudsüdamiku keere peab aga sel puhul olema korras.

Rikutud keermega südamik ei püsi paigal ning võib tekitada ostsillaatorpooli puhul sageduste või saatjate asukoha nihkumist vastuvõtja skaalal. Sisendvõnkeringi pooli puhul aga võib kohaltnihkunud südamik põhjustada nõrka vastuvõttu laineastmiku pikematel lainetel. Selline viga on parandatav ainult südamiku asendamisel korrasolevaga. Südamiku asendamine on vajalik ka siis, kui häälestamiseks ettenähtud kuuetahuline või kruvikeeraja sälguga südamiku pea on ebasobivate häälestusvõtmete kasutamise tõttu rikutud. Kinnijäänud südamiku lahtisulatamiseks tuleb kasutada aviobensiini või tetrakloorsüsinikku, kuna atsetoon ja amüülatsetaat võivad teatud liiki südamikke lahustada.

9. RIKKED KÕRGSAGEDUSVÕIMENDAJAS

Et kõrgsagedusastme rikked on sarnased vahesagedusastme riketega, siis on järgnevalt toodud kõrgsagedusastme vigade avastamise proovipunktid ilma lähema seletuseta.

Puudub vastuvõtt. Vastuvõtu puudumist võivad põhjustada kõrgsagedusastme järgmiste üksikosade rikked (joon. 154):

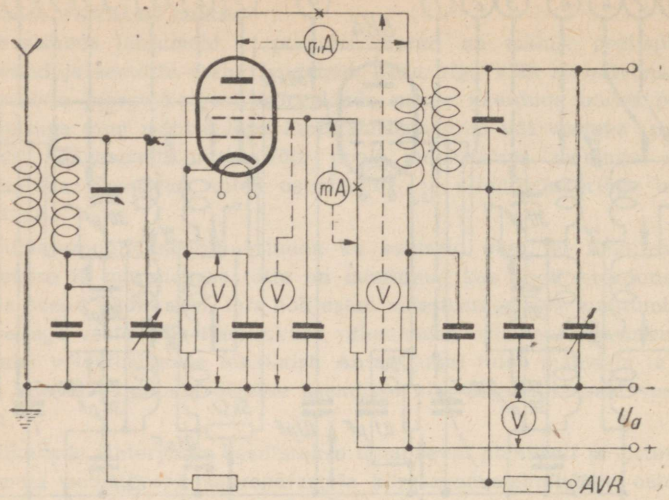


Joon. 154. Kõrgsagedusvõimendaja proovipunktid puuduva vastuvõtu korral.

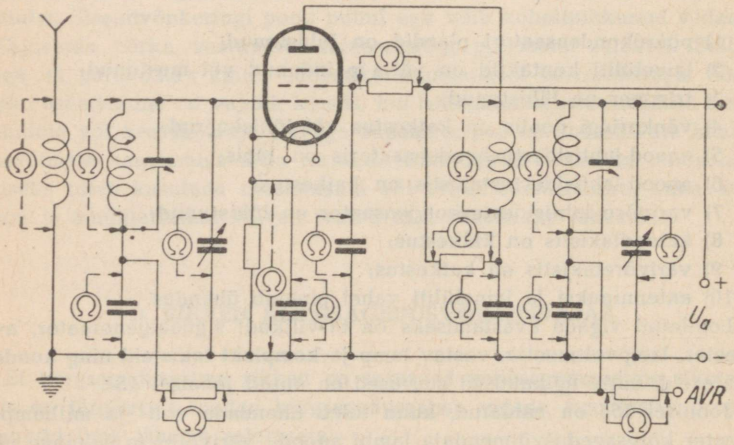
1) pöördkondensaatori plaadid on lühistunud;
2) lainelüliti kontaktid on välja paindunud või mustunud;
3) trimmer on lühistunud;
4) võnkeringi poolis on katkestus või lühiskeerud;
5) anood-lahtisidestuskondensaatoris on lühis;
6) anood-lahtisidestustakistis on katkestus;
7) varivõre lahtisidestuskondensaator on lühistunud;
8) katoodtakistis on katkestus;
9) varivõretakistis on katkestus;
10) antennipuksi ja lainelüliti vahel puudub ühendus.

Loetletud vigade avastamiseks on tarvilikud: signaalgeneraator, avomeeter, lampvoltmeeter, vastav lamp ja komplekt takisteid ning kondensaatoreid, mille ligikaudsed suurused on antud joonisel 154.

Joonisel 155 on näidatud, kuhu tuleb ühendada volt- ja milliampermeeter kõrgsagedusvõimendaja lambi anood-, varivõre- ja eelpinge ning anood- ja varivõrevoolu mõõtmiseks. Joonisel 156 on näidatud oommeetri ühenduskohad üksikosade korrasoleku kontrollimiseks.



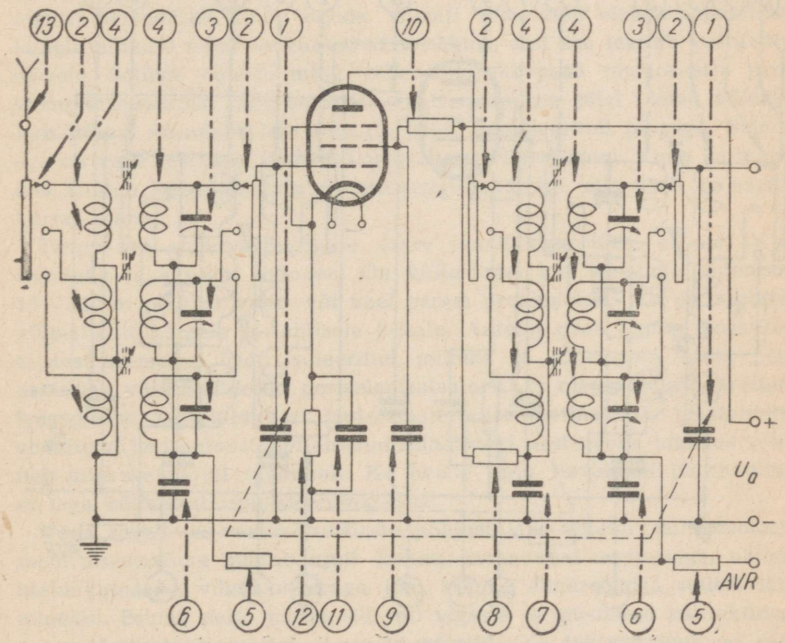
Joon. 155. Volt- ja milliampermeetri rakenduspunktid kõrgsagedusvõimendaja lambi anood-, varivõre- ja eelpinge ning anood- ja varivõrevoolu mõõtmiseks.



Joon. 156. Oommeetri rakenduspunktid kõrgsagedusvõimendaja üksikosade korrasoleku kontrollimiseks.

Nõrk või moonutatud vastuvõtt. Nõrka või moonutatud vastuvõttu võivad põhjustada järgmiste üksikosade vead (joon. 157):

1) pöördkondensaatori staatori isolatsioon on halb;
2) lainelüliti kontaktid on mustunud;
3) trimmeri isolatsioon on puudulik;
4) võnkeringi või antenni sidestuspoolis esinevad lühiskeerud;
5) AVR-i takisti on vigane;
6) AVR-i kondensaator pole korras;
7) anood-lahtisidestuskondensaatori isolatsioonitakistus on vähenenud;
8) anood-lahtisidestustakisti takistus on suurenenud;
9) varivõre lahtisidestuskondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;
10) varivõretakisti takistus on vananemise tõttu suurenenud;
11) katoodkondensaator on vigane;
12) katoodtakisti on vananenud ja seetõttu on ta takistus suurenenud;
13) antennipuks on vigane.



Joon. 157. Kõrgsagedusvõimendaja proovipunktid nõrga ja moonutatud vastuvõtu korral.

Nimetatud vigade avastamiseks saab kasutada eelmises punktis loetletud proovimisvahendeid.

Häiretega vastuvõtt. Sel puhul võivad kõrgsagedusvõimendusastme üksikosades esineda rikked, mille loetelu on antud allpool (joon. 158):

1) pöördkondensaatori metallkere koos rootori ja võlliga on šassiiga puudulikult ühendatud;

2) lainelüliti kontaktid on mustunud, mis sageli tekitab kõikuvat helitugevust;

3) võnkeringi või antenni sidestuspooli ühendus on halb;

4) AVR-i kondensaatori dielektrik on muutunud juhtivaks;

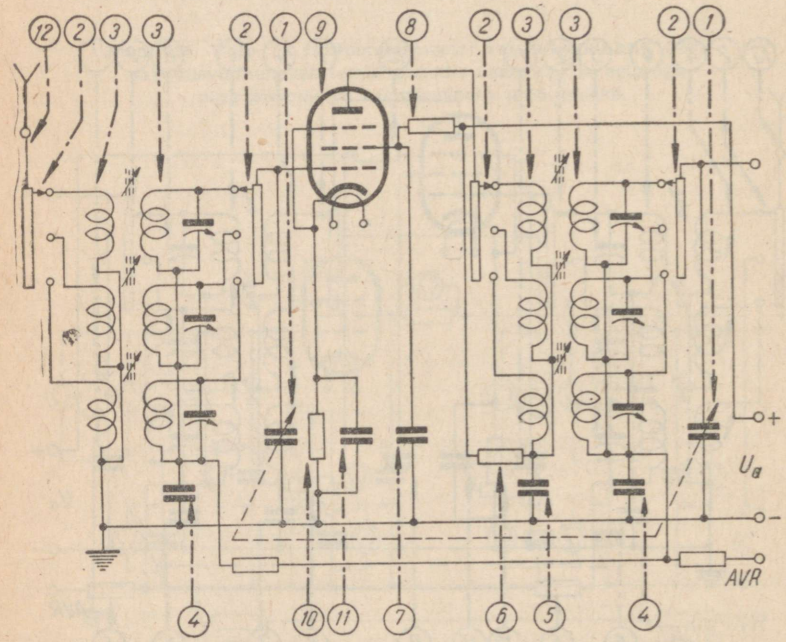
5) anood-lahtisidestuskondensaatori isolatsioonitakistus on vähenenud;

6) anood-lahtisidestustakisti takistus on suurenenud;

7) varivõrekondensaatori mahtuvus on vähenenud (tekitab endaergutust) või ta dielektrik on muutunud juhtivaks;

8) varivõretakisti takistus on suurenenud;

9) kõrgsageduslamp on defektne; näiteks halb isolatsioon katoodi ja



Joon. 158. Kõrgsagedusvõimendaja proovipunktid vigade avastamiseks häiretega vastuvõtu korral.

kütteniidi vahel tekitab müra, puudulik varjestus põhjustab endaergutuse tekkimist ja seega vilet jne.;

10) katoodtakisti on vigane (suurenenud või muutuv üleminekutakistus väljejuhtmete ja takistuskeha vahel);

11) katoodkondensaatori dielektriku takistus on vähenenud;

12) antennipuks või ta ühendusjuhe lainelülitiga pole korras.

Peale nimetatud üksikosade võivad kõrgsagedusastmes olla häirete allikaks veel halbade joodetega juhtmestik, lambipesa, igasugused kontaktliistud ja varjestatud juhtmed.

10. RIKKED ANTENNIS JA MAANDUSES

Nagu teada, indutseeritakse saatja antennist leviva elektromagnetilise laine poolt vastuvõtja antennis nõrk kõrgsageduslik elektromotoorne jõud, mis võimendatuna ja detekteerituna tekitab vastuvõtja väljes heli.

Elektromagnetilisi laineid võivad aga kiirata mitte ainult selleks otstarbeks mõeldud raadiosaatjad, vaid ka mitmesugused teised seadmed, nagu sädelevate harjadega elektrimootorid, kõrgsagedusahjud, röntgeniaparaadid jm. Võimsat elektromagnetilist kiirgust tekitavad ka õhuelektri lahendused. Kõigi nende viimati nimetatud elektromagnetiliste lainete allikate mõju on ebasoovitav nähtus, sest see tekitab vastuvõtul häireid. Selliste häirete mõju vähendamiseks peab raadiosaatja poolt vastuvõtuantennis indutseeritud elektromotoorne jõud olema võimalikult kõrge, võrreldes häireallikate poolt indutseeritud pingega. Selleks aga on vaja kasutada head ja korrasolevat välisantenni. Kuna ka maandus kuulub lahutamatu osana antenni võnkeringi, siis peab ta samuti korras olema.

Tänapäeva supervastuvõtjate suure tundlikkuse tõttu ei ole tarvis kasutada liiga pikki antenne. On küllaldane, kui kasutada antennina 15 ... 20 m pikkust vask- või veel parem pronksjuhet, mis on asetatud võimalikult kõrgele ja lahtisele kohale. Antenn peab olema maast või teistest esemetest hästi isoleeritud, milleks ta kummaski otsas peab asetsema vähemalt kolm portselanisolaatorit. Ei ole soovitav tarvitada igasugusest kättejuhtuvast isoleermaterjalist (hetinaksist, tekstoliidist, eboniidist jm.) valmistatud antenniisolaatoreid, sest nende takistus väheneb niiskuse mõjul tunduvalt. Ka nende kuju (tavaliselt plokitaoline) ei taga küllaldast isolatsioonitakistust.

Väga sageli on vastuvõtuhäirete põhjustajaks antenn, mille isoleerimata sisestusjuhe puutub ajuti kokku maandatud esemetega, näiteks plekk-katusega, vihmaveetoruga jne., või ka aknaraamiga sellest läbiminekul. Esineb palju juhtumeid, mil vigaste ja mustunud kontaktidega antenniümberlüliti tekitab tugevaid häireid. Ka tekivad tugevad raginad, kui antennipistik ei anna sisestusjuhtme või puksiga kindlat kon-

takti, või kui sisestusjuhtme ots on pistetud antennipuksi ilma pistikut kasutamata (näiteks tuletiku abil).

Ei ole otstarbekas kasutada siseantennina igasuguseid juhuslikke metallesemeid, nagu kardinapuid, lampide armatuure jm. Nimetatud esemete ja maa vaheline takistus muutub, eriti hoone põrumisel või vibreerimisel, mis põhjustab häirete tekkimist.

Sageli pannakse suurt rõhku heale antennile, kuid maanduse korrasolekule ei osutata vajalikku tähelepanu. Tuleb veel kord mainida, et maandus on antenni võnkeringi osa ja ta korrasolekust sõltub osaliselt ka häireteta vastuvõtt. Sobivaks maanduseks on põhjavee sügavusel pinnasesse asetatud metallplaat pinnaga 0,5...1,0 m^2, mille külge joodetud jäme vaskjuhe (näiteks 3 mm läbimõõduga) on ühendatud vastuvõtja maanduspuksiga, s. o. šassiiga. Et linnades on seesuguse maanduse ehitamine seotud raskustega, siis kasutatakse sel juhul maanduseks puhtavee- või keskküttetorustikku. Viimase kohta peab ütlema, et see ei taga alati korralikku maandust, sest toru liitekohtade (muhvide) halva ja muutuva elektrilise kontakti tõttu, eriti kui neis puudub vesi (näiteks remondi puhul), on vastuvõtt segatud häiretega. Sama on maksev ka gaasitorustiku kohta. Sõltumata sellest, missugust maandust ka ei kasutataks, peab maandusjuhe olema võimalikult lühike ja hästi ühendatud maandajaga (puhtaveetorustiku või maandusplaadiga).

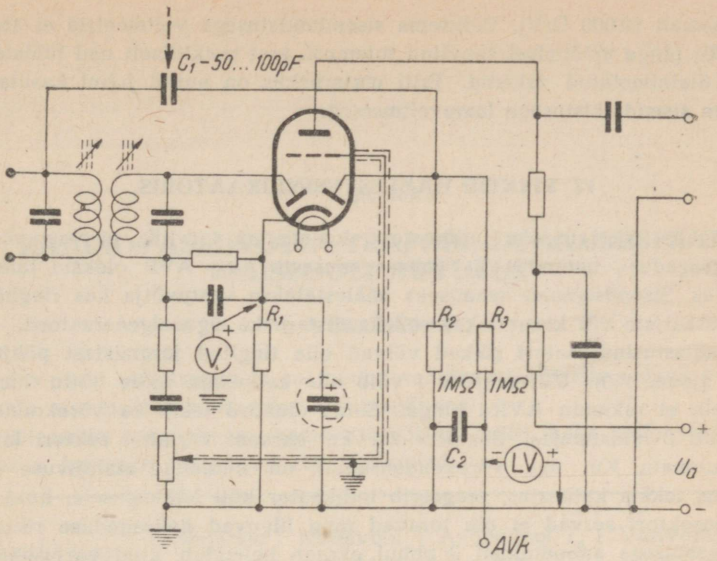
Lõpuks peab mainima, et mida tundlikum on vastuvõtja, seda paremas korras peavad olema ta antenn ja maandus, sest vastasel korral on tegemist tugeva häirenivooga, mistõttu kõrgekvaliteedilise vastuvõtja omadusi ei saa ära kasutada.

11. AUTOMAATSES VÕIMENDUSE REGULEERSEADISES (AVR) ESINEVAID RIKKEID

Supervastuvõtja võimenduse automaatseks reguleerimiseks rakendatakse muutuva tõusuga kõrg- ja vahesagedusastme ning muundusastme lampide tüürvõredele negatiivne eelpinge, mille muutumine on võrdeline sisendsignaali tugevusega. AVR-i rakendamisega on nõrga sisendsignaali puhul vastuvõtja ülalnimetatud lampide võimendus suur ning tugeva signaali puhul väike. Niiviisi saadakse vastuvõtja väljes vaatamata saatjate poolt kiiratud elektromagnetilise välja tugevuse erinevusele enamvähem püsiv helitugevus. Eriti on selline automaatne võimenduse reguleerimine vajalik lühilainel toimuvate saadete vastuvõtul, mispuhul elektrilised protsessid ionosfääris põhjustavad sisendsignaali tugevuse väga suurt muutumist, nn. vaibumist ehk feedingut.

Joonisel 159 toodud AVR-i skeemis töötab nii detektor-, madalsagedus-pingevõimendus- kui ka AVR-i lambina kaksikdiood-triood.

AVR-i toimeks saadakse vajalik kõrgsageduspinge teise vahesagedustrafo primaarmähisest 50...100-pF mahtuvusega kondensaatori C_1



Joon. 159. Voltmeetri rakenduspunktid AVR-i vigade avastamiseks.

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. Takisti R_3 ja kondensaator C_2 toimivad AVR-i pinge silujatena ja lahtisidestuselementidena.

AVR-i vigade avastamiseks tuleb kõigepealt mõõta voltmeetriga katoodtakistil R_1 tekkivat pingelangu. Järgnevalt kontrollitakse lampvoltmeetriga AVR-i algpinget, s. t. ilma signaalita, milleks antenn peab olema vastuvõtjast lahti ühendatud ning lampvoltmeeter rakendatud takisti R_3 alumise otsa ja šassii vahele. Seejärel mõõdetakse pinget samade punktide vahel, kuid juba signaaliga, s. t. sisseühendatud antenniga. Nüüd on mõõdetava pinge kõrgus sõltuv sisendsignaali tugevusest ja võib tõusta kuni 30 voldini. Vastuvõetava saatja asemel võib signaali saamiseks kasutada ka signaalgeneraatorit, mille väljejuhe ühendatakse vastuvõtja antennipuksiga. Et kirjeldatud meetodil kontrollida AVR-i tööd, peavad vastuvõtja teised astmed, s. o. kõrgsagedus- ja vahesagedusvõimendaja ning muundusaste muidugi korras olema. Sama on maksev ka AVR-i dioodina kasutatava lambi kohta.

Kuna AVR-is kasutatakse suuri takistusi (R_2 ja R_3 suurused võivad ulatuda 0,5 ... 2 MΩ ja enamgi), siis nendel tekkiva pingelangu mõõtmiseks tuleb rakendada võimalikult suure sisendtakistusega voltmeetrit

(vähemalt 10 000 Ω/V). Väiksema sisendtakistusega voltmeetrid ei anna AVR-i pinge mõõtmisel soovitud tulemusi, sest praktiliselt nad lühistaksid ülalnimetatud takistid. Eriti otstarbekas on antud juhul kasutada suure sisendtakistusega lampvoltmeetrit.

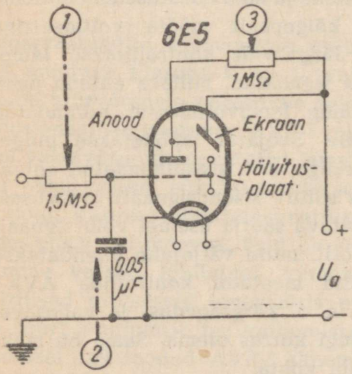
12. RIKKEID HÄÄLESTUSINDIKAATORIS

Vigade avastamiseks indikaatori skeemis on tarvilik, et vastuvõtja kõrgsagedus-, muundus- ja vahesagedusaste ning AVR oleksid täiesti korras. Sisendsignaali saamiseks häälestatakse vastuvõtja kas ringhäälingusaatjale või kasutatakse selleks otstarbeks signaalgeneraatorit.

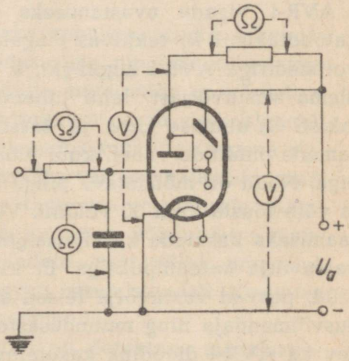
Häälestusindikaatori rikked võivad olla tingitud järgmistest põhjustest (joon. 160). Võretakistis *1* võib olla katkestus, mille tõttu lambi võrele ei rakendu AVR-i pinget. Sama olukord tekib ka võrekondensaatori *2* lühistumisel. Seetõttu on ka ekraani varjatud sektori laius muutumatu. Kui aga võrekondensaator on kaotanud mahtuvuse või temas tekkis katkestus, reageerib indikaator küll häälestusele, kuid ta varjusektori servad ei ole teravad ning liiguvad helisageduse rütmis. Katkestusega anoodtakisti *3* puhul ekraan helendub, kuid varjusektori laius häälestamisel ei muutu. Suurenenud takistusega anoodtakisti esinemisel reageerib indikaator ainult tugevamatele jaamadele.

Juhul kui indikaatori ekraan üldse ei helendu, vaatamata sellele et lambi elektroodidele on rakendatud kõik vajalikud pinged, on see lambi vananemise tunnuseks, s. t. ta fluorestseeruv kiht on muutunud elektronide kiirguse vastu tundetuks.

Joonisel 161 on näidatud, kuhu tuleb ühendada volt- ja oommeeter vigade avastamiseks optilises häälestusindikaatoris.



Joon. 160. Optilise häälestusindikaatori vigade avastamise proovipunktid.



Joon. 161. Volt- ja oommeetri rakenduspunktid vigade avastamiseks optilises häälestusindikaatoris.

V peatükk

RAADIOVASTUVÕTJA TRAFODE JA SILUMISFILTRI PAISPOOLI ARVUTUS

1. VÕRGUTRAFO

I variant. Alljärgnevalt on toodud raadiovastuvõtjaile sobiva võrgutrafo arvutuskäik konkreetse arvutusnäitena.

Ülesande kohaselt on raadiovastuvõtjas, mille jaoks trafo valmistatakse, kasutusel järgmised elektronlambid.

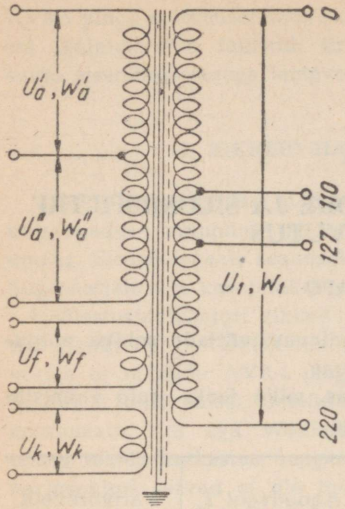
Lambi tüüp	Küttepinge U_f V	Küttevool I_f V	Anoodvool I_a mA	Varivõrevool IG_2 mA
6A7	6,3	0,3	3,4	8,0
6K7	6,3	0,3	10,5	2,6
6Г7	6,3	0,3	1,1	—
6П3	6,3	0,9	75,0	5,4
6E5	6,3	0,3	0,25	4,0
Kokku:	—	2,1	90,25	20,0
5Ц4С	5,0	2,0	—	—

Võimenduslampide üldine emissioonvool on seega 110 mA.

Järgnevalt arvutatakse trafo sekundaarvõimsus P_2 (joon. 162):

Mähise nimetus	Pinged U V	Vool I A	Võimsus P_2 W
Anoodmähis w_a'	320	0,055	17,6
Anoodmähis w_a''	320	0,055	17,6
Võimenduslampide küttemähis w_f	6,3	2,1	13,3
Kenotroni küttemähis w_k . . .	5,0	2,0	10,0

Kokku: $P_2 = 58{,}5$ W



Joon. 162. Võrgutrafo mähiste skeem.

Seega on üldine sekundaarvõimsus $P_2 = 58{,}5$ W.

Primaarvõimsuseks kujuneb sel puhul:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{58{,}5}{0{,}9} = 65 \text{ W},$$

kus η — trafo kasutegur.

Edasi arvutame primaarvoolu:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1 \cos\varphi} = \frac{65}{220 \cdot 0{,}9} = 0{,}32 \text{ A},$$

kus $\cos\varphi$ — trafo võimsustegur.

Seejärel saab leida trafo raudsüdamiku ristlõike:

$$Q_{Fe} = \sqrt{P_1} = \sqrt{65} \approx 8 \text{ cm}^2.$$

Et trafo plekid on üksteisest isoleerimiseks kaetud laki- või oksüüdkihiga, siis kujuneb südamiku tegelikuks (geomeetriliseks) ristlõikeks:

$$Q'_{Fe} = \frac{Q_{Fe}}{K_{Fe}} = \frac{8}{0{,}9} \approx 9 \text{ cm}^2,$$

kus K_{Fe} on raua täitetegur, mis arvestab südamiku ristlõike suurenemist plekkide isolatsioonikihi tõttu, sest Q_{Fe} oleks isolatsioonita plekkidest koostatud südamiku ristlõige.

Nüüd on võimalik määrata mähiste keerdude arvu ühe voldi kohta:

$$\frac{w}{E} = \frac{45}{Q_{Fe}} = \frac{45}{8} = 5{,}6 \text{ k/V},$$

kus 45 on tegur, mis võtab arvesse, et võrguvoolu sagedus on 50 Hz ja trafo südamiku keskmiseks magnetvälja tiheduseks kujuneb 10 000 gaussi.

Tegelikult on see keerdude arv ühe elektromotoorse jõu voldi kohta. Mähiste koormamisel tekib neis pingelang, mistõttu keerdude arvu voldi kohta tuleb veidi tõsta. Seda küsimust käsitletakse allpool täpsemalt.

Järgnevalt määratakse mähiste keerdude arv ja traatide läbimõõdud arvestusega, et voolutihedus neis oleks 1,5 A/mm^2:

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	35,0	2,1	1,3
Kenotroni küttemähis w_k . . .	5,0	28,0	2,0	1,3

Mähiste traatide läbimõõdud leitakse neis kulgevate voolude järgi tabelist (vt. lk. 250).

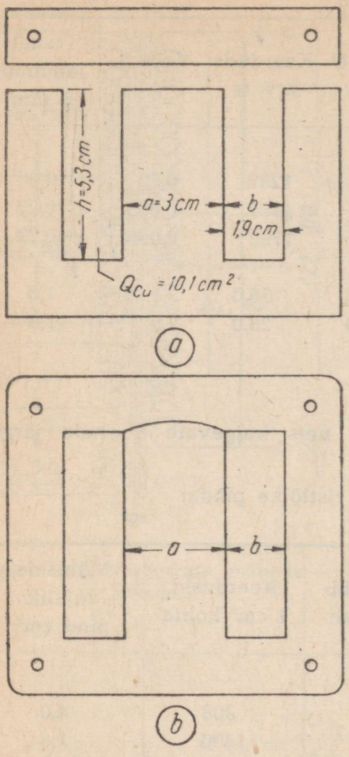
Mähised vajavad südamikul järgmist ristlõike pinda:

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_k	28,0	1,3	50,5	0,6

Kokku: 7,9 cm²

Mähistele vajaliku ristlõike järgi saab valida südamiku plekitüübi. Tabelist (vt. lk. 249) selgub, et selleks on sobiv III-kujuline plekk, mille $a = 3$ cm, $b = 1{,}9$ cm ja $h = 5{,}3$ cm (joon. 163, a ja b). 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 liiga 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



Joon. 163. Võrgutrafo plekilõigud: *a* — manteltüüpi, *b* — sama, kuid otsplekita.

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_t	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:

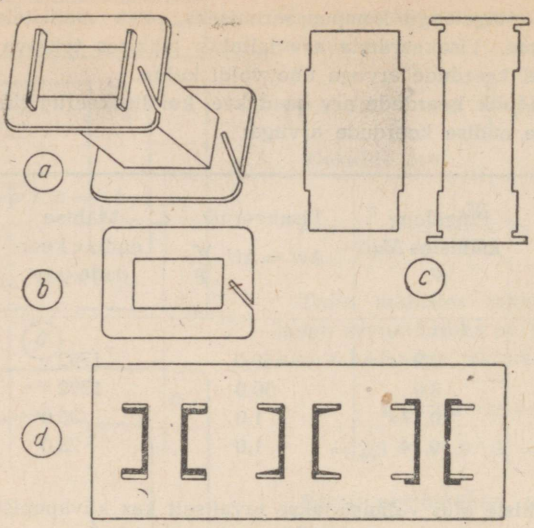
Mähis	Pingelang mähistes ΔU V	Lisakeerud $\Delta w = \Delta U \frac{w}{E}$	Mähise endine keerdude arv	Mähise lõplik keerdude arv
w_a'	8,9	50,0	1792	1842
w_a''	8,9	50,0	1792	1842
w_f	0,17	1,0	35,0	36,0
w_k	0,14	1,0	28,0	29,0

Trafo mähiste alus valmistatakse tavaliselt kas kõvapapist (presspan), hetinaksist või mõnest muust isoleer-lehtmaterjalist, 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).

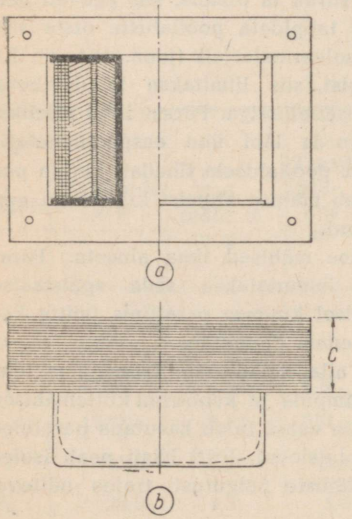
Mähiste alus valmistatakse üksikutest osadest, nagu see on näidatud joonisel 164, *a*, *b* ja *c*. Need seatakse tappidega kokku. Aluse otstesse puuritakse kas augud või lõigatakse pilud mähiste juhtmete väljatoomiseks. Et poolialusele keritud mähis surub ta otstele, siis peavad need olema hästi tugevad. Seepärast tuleb tappideta poolialuste otste siseküljele liimida täiendavalt vastavat isoleermaterjali (joon. 164, *d*). 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.

Vastava masina olemasolul keritakse mähised ilma aluseta. Pärast sellise mähiste komplekti valmimist immutatakse seda spetsiaalses immutuskompaundis või selle puudumisel kuumas parafiinis (mitte keevas) niikaua, kuni mähisest ei eraldu enam õhumulle.

Mähkimisel keritakse primaarmähis alla, selle peale esimene ja teine anood-sekundaarmähis, siis võimenduslampide ja kenotroni küttemähised. Kõigi mähiste ja nende üksikute kihtide vahel tuleb kasutada parafineeritud paberist (kondensaatorpaber) isolatsiooni. Eriti hästi peab isoleerima üksikuid mähiseid omavahel. Mähiste paigutust trafos näitavad joonised 165, *a* ja *b*.



Joon. 164. Poolialuse konstruktsioon: *a* — valmis poolialus, *b* ja *c* — üksikosad, *d* — poolialuse otste tugevdamine.



Joon. 165. Mähiste paigutus võrgutrafos: *a* — ristlõige, *b* — otsvaade.

II variant. Selle variandi puhul arvutatakse vastuvõtja võrgutrafo nomogrammide abil. Algul määratakse arvutatava trafo sekundaarvõimsus vattides nagu I variandiski. Primaarvõimsuse saamiseks lisatakse sekundaarmähise võimsusele kadude arvel 20% juurde.

Nomogrammi *a* (joon. 166) horisontaalteljele on kantud võimsused vattides. Liikudes primaarmähise võimsuse arvu kohalt üles kuni diagonaaljooneni, on nomogrammi vasakult servalt määratav trafo raudsüdamiku ristlõige cm^2 ja sama nomogrammi paremalt servalt keerdude arv ühe voldi kohta.

Tegeliku keerdude arvu määramiseks on seejärel tarvis üksikute mähiste pinged korrutada ühele voldile vastava keerdude arvuga ja lahutada primaarmähise keerdude arvust 5%, kuna aga sekundaarmähiste keerdude arvule tuleb liita 5% keerde.

Sekundaarmähiste traatide läbimõõdu leidmiseks tuleb liikuda nomogrammide *b* ja *c* vahelisel vertikaalteljel vastava sekundaarmähise voolu tähistavast punktist horisontaalsihis paremale kuni kaldjooneni. Edasi tõustakse vertikaalsihis üles ja leitakse traadi läbimõõt mm.

Primaarmähise voolu määramiseks tuleb nomogrammide *a* ja *b* vahelisel horisontaalteljel leida primaarvõimsus ning liikuda sellest punktist alla kuni nomogrammil *b* asuva vastava primaarpinge kaldjooneni. Seejärel liigutakse lõikepunktist paremale ja leitakse nomogrammide *b* ja *c* vaheliselt vooluteljelt primaarmähise vool. Jätkates veel edasiliikumist paremale kuni nomogrammi *c* kaldjooneni, tõustakse nüüd üles ning määratakse horisontaalteljel primaarmähise traadi läbimõõt. Kui võrgutrafo on määratud töötamiseks mitmesuguste võrgupingetega, siis tuleb primaarmähise traadi läbimõõdu määramisel arvestada kõige madalama pingega, mispuhul traadi läbimõõt on suurim. Kui aga traat valitakse kõrgeima võrgupinge järgi, saame primaarmähist kasutada ainult selle pinge juures.

Järgnevalt on toodud näide trafo arvutamisest nomogrammide abil.

Arvutada võrgutrafo järgmiste lähteandmete puhul: võrgupinge 220 V; anoodtoide 2 × 360 V, 80 mA; võimenduslampide küte 6,3 V, 2 A; kenotroni küte 6,3 V, 1,1 A.

1. Arvutatakse sekundaarvõimsus P_2:

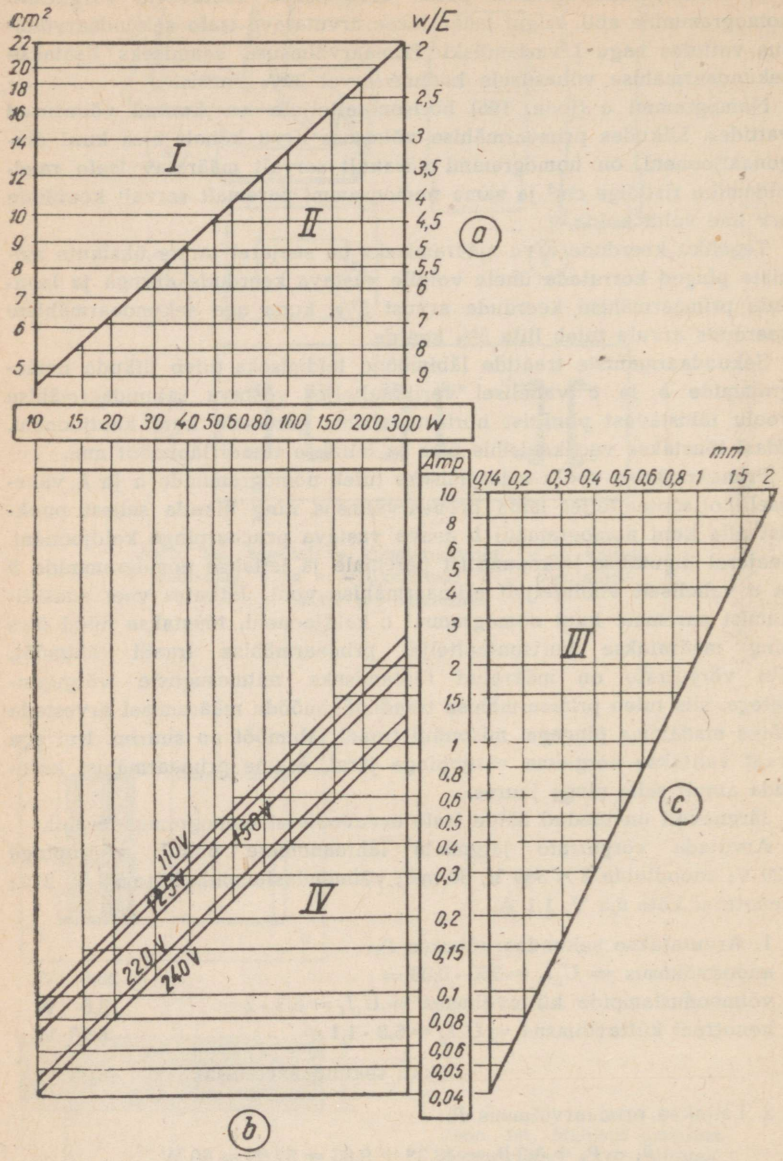
anoodvõimsus	$= U_a I_a = 360 \cdot 0{,}08 =$	28,8 W
võimenduslampide küttevõimsus	$= U_f I_f = 6{,}3 \cdot 2 =$	12,6 W
kenotroni küttevõimsus	$= U_k I_k = 6{,}3 \cdot 1{,}1 =$	6,93 W
	Kokku sekundaarvõimsus	48,33 W

2. Leitakse primaarvõimsus P_1:

$$P_1 = P_2 + 0{,}2\,P_2 = 48{,}33 + 9{,}66 = 57{,}99 \approx 60 \text{ W}.$$

3. Määratakse nomogrammi *a* järgi raudsüdamiku ristlõige:

$$Q_{Fe} = 10{,}8 \text{ cm}^2.$$



Joon. 166. Võrgutrafo arvutamise nomogrammid: *a* — ristlõige ja keerdude arv voldi kohta, *b* — primaarmähise pinge, *c* — mähiste traatide läbimõõt.

4. Nomogrammi *a* järgi saadakse keerdude arv voldi kohta:

$$\frac{w}{E} = 4 \text{ keerdu.}$$

5. Arvutatakse sekundaarmähiste keerdude arvud.

Anoodmähis: $2 \times w_a = 2 \times (U_a \frac{w}{E} + 0{,}05\, w_a) = 2 \times (360 \cdot 4 + 0{,}05\, w_a) =$

$$= 2 \times (1440 + 72) = 2 \times 1512 \text{ keerdu.}$$

Küttemähis:

$$w_f = U_f \cdot \frac{w}{E} + 0{,}05\, w_f = 6{,}3 \cdot 4 + 0{,}05\, w_f = 25{,}2 + 1{,}26 =$$

$$= 26{,}46 \approx 26{,}5 \text{ keerdu.}$$

Kenotroni küttemähis:

$$w_k = U_k \cdot \frac{w}{E} + 0{,}05\, w_k = 6{,}3 \cdot 4 + 0{,}05\, w_k = 25{,}2 + 1{,}26 =$$

$$= 26{,}46 \approx 26{,}5 \text{ keerdu.}$$

6. Arvutatakse primaarmähise keerdude arvud:

$$w_1 = U_1 \frac{w}{E} - 0{,}05\, w_1 = 220 \cdot 4 - w_1 = 880 - 44 = 836 \text{ keerdu.}$$

7. Määratakse nomogrammi *c* järgi sekundaarmähiste traadi läbimõõt:

anoodmähised $d_a = 0{,}2$ mm;

võimenduslampide küttemähis $d_f = 1{,}0$ mm;

kenotroni küttemähis $d_k = 0{,}7$ mm.

8. Leitakse nomogrammide *a*, *b* ja *c* järgi primaarvool:

$$I_1 = 0{,}27 \text{ A.}$$

9. Nomogrammist *c* määratakse primaarmähise traadi läbimõõt:

$$d_1 = 0{,}38 \text{ mm.}$$

III variant. Selle meetodi kohaselt saadakse trafo ehitamiseks enamik andmeid tabelist. Algul tuleb arvutada trafo sekundaar- ja primaarvõimsused samuti nagu I variandis. Seejärel leitakse primaarvõimsuse järgi tabelist raudsüdamiku ristlõige ja keerdude arv voldi kohta ning vastavalt pingetele arvutatakse üksikute mähiste keerdude arvud. Kui aga primaar- ja sekundaarpinged vastavad tabelis antud pingetele, siis polegi tarvidust neid arvutada, sest vajalikud keerdude arvud on tabelis antud.

Ka ei ole tarvis pingelangu kompenseerimiseks lisada sekundaarmähistele juurde 5% keerde, sest need on vastavate mähiste keerdudele juba juurde arvutatud.

Võrgutrafo arvutamine III variandi järgi

Primaar-võimsus W	Raud-südamiku ristlõige cm^2	Keerdude arv voldi kohta	Primaarpinged ja neile vastav keerdude arv			Sekundaarpinged ja neile vastav keerdude arv					
			110 V	127 V	220 V	4 V	5 V	6,3 V	250 V	300 V	350 V
10	3,9	11,5	1265	1460	2530	48,0	60,0	76,0	3019	3623	4226
20	5,4	8,4	924	1066	1848	35,0	44,0	56,0	2205	2646	3087
30	6,6	6,8	748	863	1496	28,0	36,0	45,0	1785	2142	2499
40	7,6	5,9	649	749	1298	25,0	31,0	39,0	1549	1858	2168
50	8,5	5,3	583	673	1166	22,0	28,0	35,0	1391	1669	1948
60	9,3	4,9	539	622	1078	21,0	26,0	33,0	1286	1244	1802
70	10,1	4,4	484	559	968	18,5	23,0	29,0	1155	1386	1617
80	10,7	4,2	462	533	924	17,5	22,0	28,0	1103	1323	1544
90	11,4	3,95	435	502	869	16,5	21,0	26,0	1036	1244	1451
100	12,0	3,75	413	476	825	16,0	19,5	25,0	983	1181	1377
200	17,0	2,64	290	335	581	11,0	14,0	17,5	693	831	970
300	20,9	2,15	237	273	473	9,0	11,0	14,0	564	677	790
400	24,0	1,87	206	237	411	8,0	10,0	12,5	491	589	686
500	27,0	1,66	183	211	365	7,0	9,0	11,0	435	523	610
600	29,4	1,53	168	194	337	6,5	8,0	10,0	402	482	562

2. SOBITUSTRAFO

Suure sisetakistusega võimsusvõimendaja lambi ja madala takistusega valjuhääldaja sidestamiseks tuleb kasutada 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.

Sobitustrafode täpne arvutamine on küllalt keerukas ja aeganõudev töö. Alljärgnevalt on toodud sobitustrafo lihtsustatud arvutuskäik, mis annab raadio korrastamisel küllaltki täpseid tulemusi. Arvutuse lähteandmeteks on võimsusvõimendaja lambi sise- ja anoodkoormustakistus, anood-alalisvoolu ning valjuhääldaja võnkepooli takistus.

Näitena arvutatakse sobitustrafo järgmiste andmete põhjal.

Võimsusvõimendaja lambiks 6Ф6, mille sisetakistus $R_i = 80\,000\ \Omega$, optimaalne anoodkoormustakistus $R_a = 7000\ \Omega$ ja anood-alalisvool $I_a = 34$ mA. Valjuhääldajana kasutatakse tüüpi 0,5ГД5, mille võnkepooli takistus $R_{vh} = 5\ \Omega$.

Kõigepealt leitakse sobitustrafo primaarmähise induktiivsus:

$$L_1 = \frac{R_i R_a}{6{,}28(R_i + R_a) f_m} = \frac{80\,000 \cdot 7000}{6{,}28 \cdot 87\,000 \cdot 100} = 10{,}2\ \text{H},$$

kus f_m — trafo poolt ülekantav madalaim helisagedus; antud juhul on selleks valitud 100 Hz.

Seejärel määratakse primaarmähise keerdude arv:

$$w_1 = 1200 \sqrt{L_1} = 1200 \cdot 3{,}2 \approx 3840 \text{ keerdu.}$$

Järgnevalt saab leida sobitustrafo ülekandesuhte:

$$k = \sqrt{\frac{R_a}{R_k}} = \sqrt{\frac{7000}{1{,}25 \cdot 5}} = 33{,}5,$$

kus R_k — sobitustrafo sekundaarmähise koormustakistus; dünaamiliste valjuhääldajate korral $R_k = 1{,}25\,R_{vh}$.

Sekundaarmähise keerdude arv määratakse järgmiselt:

$$w_2 = \frac{w_1}{k} = \frac{3840}{33{,}5} = 115 \text{ keerdu.}$$

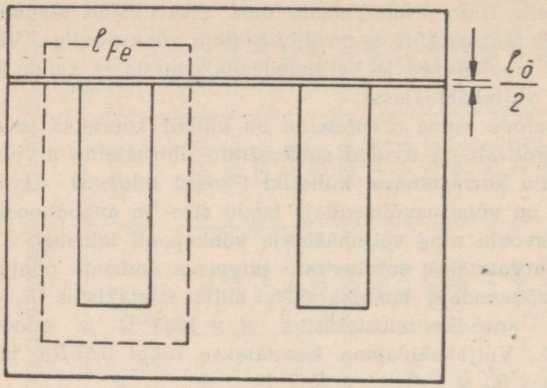
Edasi arvutatakse mähiste traatide läbimõõdud.

Primaarmähis: $d_1 = 0{,}025 \sqrt{I_a} = 0{,}025 \sqrt{34} = 0{,}15$ mm.

Sekundaarmähis: $d_2 = 0{,}8\ d_1 \sqrt{k} = 0{,}8 \cdot 0{,}15 \sqrt{33{,}5} = 0{,}7$ mm.

Lõpuks leitakse sobitustrafo raudsüdamiku ristlõige. Selleks aga peab olema teada südamiku magnetringi keskmine pikkus l_{Fe}. Et sobitus-

trafo südamikkudeks kasutatakse tavaliselt trafoplekke tüüp III-19 või III-20, siis ei tee magnetringi pikkuse leidmine mingit raskust. Seda selgitab joonis 167.



Joon. 167. Sobitustrafo raudsüdamik.

Näiteks plekilõike III-19 puhul on magnetringi pikkuseks 13 cm. Sel puhul kujuneb südamiku ristlõikeks

$$Q_{Fe} = \frac{I_a^2 L_1}{100\ l_{Fe}} = \frac{34^2 \cdot 10{,}2}{100 \cdot 13} = 9\ \text{cm}^2.$$

Praktiliselt võib raudkeha ristlõike võtta arvutussuurusest 20% väiksema, ilma et seejuures trafo headus tunduvalt langeks. Seega võib südamiku ristlõike madalamaks piiriks olla

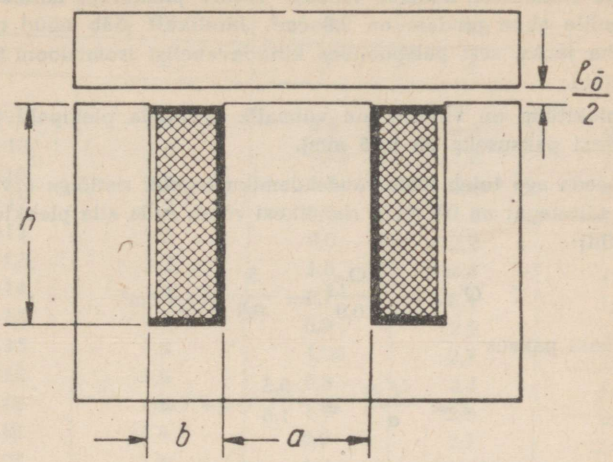
$$Q_{Fe} = Q_{Fe} - 0{,}2Q_{Fe} = 9 - 0{,}2 \cdot 9 = 7{,}2\ \text{cm}^2.$$

Sobitustrafo südamiku küllastumise vältimiseks peab südamiku magnetringi jätma 0,25 ... 0,5 mm suuruse õhupilu, nagu see on näidatud joonisel 167. Selle saamiseks asetatakse (kleebitakse) trafo otsmise ja südamiku plekipaki vahele vastava paksusega paber.

3. SILUMISFILTRI PAISPOOL

Alaldatud vahelduvvoolu pulseerimise ehk lainelisuse vähendamiseks kasutatakse silumisfiltreid, mis koosnevad suure mahtuvusega kondensaatoritest ja paispoolist. Viimane kujutab endast raudsüdamikuga pooli, mille induktiivsuse suurendamiseks on südamikku jäetud

0,2 ... 1 mm paksune õhupilu. Paispooli õhupilu peab olema seda suurem, mida tugevam vool läbib ta mähist, sest vastasel korral langeb südamiku magnetilise küllastuse tõttu pooli induktiivsus, mistõttu ta ei täida täielikult oma ülesannet.



Joon. 168. Paispooli läbilõige.

Allpool näitena toodud arvutuseks peab olema teada paispooli soovitav induktiivsus, alaldatud vool ta mähises ja südamiku õhupilu suurus. Arvutuse teel leitakse südamiku ristlõige, pooli keerdude arv, traadi läbimõõt ja takistus, mähise ristlõige ja pingelang.

Arvutuse lähteandmed on järgmised: paispooli induktiivsus $L = 10$ H; alalisvoolukomponent paispooli mähises $I_o = 100$ mA; raudsüdamiku täis-õhupilu $l_õ = 1$ mm.

Algul määratakse raudsüdamiku ristlõige:

$$Q_{Fe} = \frac{LI_o^2}{20\,000\, l_õ} = \frac{10 \cdot 100^2}{20\,000 \cdot 1} = 5 \text{ cm}^2.$$

Seejärel leitakse pooli keerdude arv:

$$w = \frac{400\,000\, l_õ}{I_o} = \frac{400\,000 \cdot 1}{100} = 4000 \text{ keerdu.}$$

Edasi arvutatakse mähisetraadi läbimõõt:

$$d = 0{,}025 \sqrt{I_o} = 0{,}025 \sqrt{100} = 0{,}25 \text{ mm.}$$

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.

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:

$$l_k = 2(a + 2b + c) = 2(1{,}6 + 2 \cdot 1 + 3{,}5) = 14{,}2 \text{ cm}.$$

Seejärel arvutatakse mähise takistus:

$$R_{Cu} = \frac{0{,}0002\, w \cdot l_k}{d} = \frac{0{,}0002 \cdot 4000 \cdot 142}{0{,}25} = 454{,}4\ \Omega.$$

Lõpuks leitakse pingelang paispooli mähises:

$$\Delta U = \frac{R_{Cu} I_o}{1000} = \frac{454{,}4 \cdot 100}{1000} = 45{,}4 \text{ V}.$$

Paispooli südamikuks tuleb kasutada joonisel 168 näidatud plekitüüpi. Joonisel 163, *b* kujutatud plekkidest südamikku koostada ei sobi, sest sel puhul ei saa tekitada õhupilu.

Tüüpsete Ш-kujuliste trafoplekkide andmeid

Pleki tüüp	Mõõtmed (vt. joon. 168)			
	a cm	*b* cm	*h* cm	*bh* cm^2
1	2	3	4	5
Ш-10	1,0	0,5	1,5	0,75
Ш-10	1,0	0,65	1,8	1,17
Ш-10	1,0	1,2	3,6	4,32
Ш-12	1,2	0,6	1,8	1,08
Ш-12	1,2	0,8	2,2	1,76
Ш-12	1,2	1,6	4,8	7,68
Ш-14	1,4	0,7	2,1	1,47
Ш-14	1,4	0,9	2,5	2,25
Ш-15	1,5	1,35	2,7	3,65
Ш-16	1,6	0,8	2,4	1,92
Ш-16	1,6	1,0	2,8	2,8
Ш-18	1,8	0,9	2,7	2,43
Ш-19	1,9	1,2	3,35	4,02
Ш-19	1,9	1,7	4,6	7,82
Ш-20	2,0	1,0	3,0	3,0
Ш-20	2,0	1,7	4,7	7,99
Ш-20	2,0	1,8	3,0	5,4
Ш-20	2,0	1,8	5,6	10,1
Ш-21	2,1	1,9	3,8	7,22
Ш-22	2,2	1,4	3,9	5,46
Ш-24	2,4	1,2	3,6	4,32
Ш-25	2,5	2,5	6,0	15,0
Ш-25	2,5	3,15	5,8	18,3
Ш-26	2,6	1,3	3,9	5,07
Ш-26	2,6	1,7	4,7	7,99
Ш-28	2,8	1,4	4,2	5,88
Ш-28	2,8	2,35	5,0	11,8
Ш-30	3,0	1,5	4,5	6,75
Ш-30	3,0	1,9	5,3	10,1
Ш-30	3,0	2,7	5,4	14,6
Ш-32	3,2	1,6	4,8	7,66
Ш-32	3,2	3,6	7,2	25,9
Ш-35	3,5	2,2	6,15	13,5
Ш-40	4,0	2,0	6,0	12,0
Ш-40	4,0	2,6	7,2	18,7
Ш-40	4,0	3,0	7,0	21,0

Vasktraatide andmeid

Traadi läbimõõt mm	Ristlõikepind mm²	Keerdusid ühe cm kohta[1] Emailtraat ПЭ	Keerdusid ühe cm² kohta[1, 2] Emailtraat ПЭ	Emailtraadi 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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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
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 isolatsioonikihi paksus võib muutuda, on keerdude arvud ühe cm ja ühe cm^2 kohta ligikaudsed.

[2] Toodud keerdude arvud ühe cm^2 kohta saadakse masinaga tihedalt mähituna.

[3] Kohasteks voolutihedusteks on: sobitustrafodes 1,0 ... 1,5 A/mm^2, jõutrafodes 1,5 ... 2,0 A/mm^2, väga hea jahutuspinnaga väikestes jõutrafodes ja ühendusjuhtmetes 2,5 A/mm^2.

VI peatükk

RAADIOVASTUVÕTJATE KORRASTAMISEKS TARVILIKUD MATERJALID, TÖÖRIISTAD JA TÖÖVÕTTED

1. LIIMID, VÄRVID, KITID JA MUUD AINED

Tisleriliim. Raadioalaste tööde juures esineb sageli vajadus kokku liimida mitmesugusest materjalist, nagu puidust, papist, nahast, riidest, metallist, keraamikast, plastmassidest, klaasist jne. valmistatud üksikosi või esemeid. Paljudel juhtudel kõlbab liimimiseks tisleriliim, mida valmistatakse järgmiselt.

Tahvel kuiva tisleriliimi purustatakse haamriga või tangidega väikesteks tükkideks ja leotatakse ühe ööpäeva jooksul külmas vees kuni täieliku paisumiseni. Seejärel valatakse ülejäänud vesi ära ning paisunud liim pannakse metallist (soovitavalt vasest) või emailitud nõusse, mis asetatakse suuremasse veeanumasse. Viimase põhja asetatakse mingisugune tugi (näiteks spiraaliks keeratud plekiriba), et liiminõu ei puutuks kokku veeanuma põhjaga. Vett peab välises anumas olema nii palju, et ta ulatuks ligikaudu 3...5 cm allapoole liiminõu serva. Nüüd aetakse vesi keema, mistõttu ka liim oma nõus kuumeneb, ilma et oleks tarvis karta ta põhjakõrbemist. Keeta tuleb nii kaua, et liim jookseks temast väljavõetud segamispulgakeselt maha peene joana, mitte aga tilkadena. Liiålt paksuks muutunud liimile tuleb keetmise ajal vett juurde lisada.

Sel viisil valmistatud liimi kasutatakse ainult kuumalt ja põhiliselt puit-, vineer- ja pappesemete liimimiseks. Tisleriliim ei kõlba võrgu- ja sobitustrafode, paispoolide jne. poolikehade valmistamisel papi ja paberi liimimiseks, sest see liim pole niiskuskindel, mistõttu nimetatud esemed võivad kergesti liimist lahti minna või kõveraks tõmbuda. Et järelejäänud liim bakterite tegevuse tõttu säilitamisel ei roiskuks, tuleb keetmise ajal 200 g vedela liimi kohta lisada ligikaudu 0,25 g boorhapet. Liimi kuivamise vältimiseks valatakse jahtunud liimile peale pisut vett.

Sündeetikon. Niiskuse vastu on tavalisest tisleriliimist vähem tundlik nn. sündeetikon, mida 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 liimimiseks naha, metalli ja papiga (näiteks suure võimsusega valjuhääldajate membraani liimimiseks elastselt korvi külge) kasutatakse järgmise koosseisuga 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 lahustamatuteks. 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, mida võib valmistada nitrolahustist (amüülatsetaat või selle ja atsetooni segu) ja vanast tselluloidfilmist. Viimane tuleb kuumas vees leotamise ja kõva harjaga kraapimise teel puhastada emulsioonikihist. Puhastatud ja kuivatatud tselluloidlint lõigatakse väikesteks tükkideks ning asetatakse nitrolahustisse. 100 g lahusti kohta tuleb võtta 6...8 g tselluloidi. Liimi kuivamise kiirendamiseks võib juurde lisada paar väikest tükikest kamprit. Kui liimilt ei nõuta eriti suurt puhtust, siis võib filmi lahustada ka selle eelneva puhastamiseta. Sel puhul langeb emulsioon pärast tselluloidi lahustamist sademena liiminõu põhja. Peab märkima, et nitroliim on vedelas ja ka kuivanud olekus tuleohtlik. Nimetatud põhjusel ei tohi seda liimi kasutada raadioseadmete kuumenevate osade (näiteks võrgu- ja sobitustrafode või paispoolide poolikehade) juures. 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.

Kaseiinliim. Raadioalaste tööde juures kasutatakse laialdaselt ka kaseiinliimi. Puhast kaseiini valmistatakse kooritud (läbiaetud) piimast,

sellele äädika juurdelisamise teel. Selliselt saadud kohupiimast surutakse vesi pressi abil välja, ta peenendatakse ja kuivatatakse. Saadud kuiv kaseiin läheb veel jahvatamisele ja sõelumisele. Allpool on toodud neli retsepti mitmesuguste omadustega kaseiinliimi valmistamiseks:

1. Levinumaks ja universaalsemaks kaseiinliimiks, mida kasutatakse mitmesuguseks otstarbeks (klaasi liimimiseks mõõteriista kere külge, elektronlambi sokli liimimiseks klaaskesta külge jne.) peetakse liimi, mis saadakse kuiva kaseiinipulbri lahustamisel booraksi 10 ... 20% kuumas vesilahuses. Kaseiinipulbrit tuleb võtta sellisel hulgal, et saadud liim oleks parajalt paks ning veniv.

2. Kaseiinliim klaasi liimimiseks klaasiga ja keraamiliste pindadega valmistatakse järgmise retsepti järgi:

Kuiva kaseiinipulbrit	25 g
Vesiklaasi	50 „

Seda liimi tuleb säilitada hermeetiliselt suletud nõus.

3. Metalli liimimiseks klaasiga ja keraamiliste pindadega kasutatakse kaseiintsementi, mille valmistamiseks võetakse:

Kuiva kaseiinipulbrit	20 g
Vett	10 cm^3
Kustutatud lubja pulbrit	4 g

Nimetatud tsementi kasutatakse kohe pärast selle valmistamist.

4. Metalltoodete liimimiseks ja metallkarpide liitekohtade pahteldamiseks kasutatakse alljärgneva koostisega kaseiintsementi:

Kuiva kaseiinipulbrit	6 g
Kustutatud lubja pulbrit	8 „
Puhast, peenikest jõeliiva	8 „
Vesiklaasi	14 „

Vett lisatakse nii palju, et tekiks soovitava paksusega tsement. Viimane kuivab aeglaselt ja seob hästi liimitavaid pindu.

Muid liime, kitte ja aineid. Järgnevalt on toodud rida retsepte mitmesuguste spetsiaaltöödeks kasutatavate liimide ja kittide kohta.

1. Klaasi, portselani ja vilgukivi omavaheliseks ühendamiseks kasutatakse järgmise koostisega liimi:

Želatiini	20 g
Kroommaarjast	1 „

2. Pooli keerdude kinnitamiseks aluse külge kasutatakse eduga kolloodiumi, bakeliit- või veel 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 ÜKS-poolide liimimiseks.

3. 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 peenendatud orgaanilise klaasi lahustamisel diklooretaanis.

4. Klaasi ühendamiseks klaasiga võib kasutada järgmist spetsiaalkitti:

Põldpao pulbrit	20 g
Väga peenikest klaasipulbrit	10 „
Vesiklaasi	20 „

5. Akupurkide (plastmassist) parandamiseks kõlbab järgmine happekindel kitt:

Asbesti	20 g
Baariumsulfaati	10 „
Vesiklaasi	20 „

6. Kitt metalli liimimiseks ja ühenduskohtade pahteldamiseks on järgmise koostisega:

Pliisilu	20 g
Grafiiti	20 „
Põletatud lupja	20 „
Kriidipulbrit	40 „
Värnitsat	80 „

7. Vee- ja happekindel segu isevalmistatud aku- või elemendipurkide immutamiseks:

Kampolit	80 g
Tehnilist vaseliini	10 „
või pigi	67 „
Mineraalõli	33 „

8. Mendelejevi kitt klaasi, metalli, keraamiliste pindade jne. ühendamiseks:

Kampolit	90 g
Naturaalvaha	24 „
Mennikut	30 „
Naturaalvärnitsat	3 „

9. Soojuskindla 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.

10. Kõrgsagedusraudsüdamike 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 südamikke nihkuda. Seda massi võib raadioalastel jootmistel hea eduga kasutada ka jootepastana.

Raadioseadmete remondipraktikas tuleb mitmesuguseks otstarbeks sageli kasutada alljärgnevaid aineid.

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.

Värvilised lakid, eriti kiirelt kuivavad ning piirituses lahustatavad, leiavad kasutamist trimmerite, kruvide ja mutrite kinnitamiseks ning jootekohtade kaitsmiseks välismõjude vastu.

Atsetooni või amüülatsetaati (ka bumüülatsetaati) tarvitatakse tselluloidi ja nitrolakkide või -värvide lahustusvahendina ning kruvide ja mutrite lahtisulatamiseks.

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.

Tetrakloorsüsinikuga puhastatakse lainelüliti kontakte, pöördkondensaatorite laagreid ja üldse igasuguseid libisevaid kontakte.

Petrooleumiga leotatakse kinniroostetanud mutreid ja kruvisid nende lahtikeeramisel ning kõrvaldatakse veeplekke vastuvõtjate poleeritud kastidelt.

Kondiõli kasutatakse raadiovastuvõtjate liikuvate osade (skaalaosuti anööriraataste, pöördkondensaatori laagrite potentsiomeetri ja lainelüliti võllide jne.) määrimiseks.

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.

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. Viimane tegevus nõuab oskust ja vilumust. Seepärast, et mitte rikkuda kasti välimust, tuleb ta ülepoleerimiseks anda vastava spetsialisti kätte. Luitunud välimusega mittepoleeritud kast saab pärast poonvaha õhukese kihiga ülehõõrumist palju uuema välimuse.

Värvid. 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. See värvimismeetod ei kõlba üksikute, teistega koos ühisele alusele kinnitatud osade katmiseks.

Korrastustöödel on sobivad kasutada 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. Värvikatte uuendamiseks on vana värvi või lakki hõlpus nitrolahustis immutatud riidetopiga maha pesta.

Õlivärve tuleb raadioalaste tööde juures kasutada harva nende pikaldase kuivamise ja osalise hügroskoopsuse tõttu. Üldtuntud õli- ehk nn. maalrivärve turustatakse sagedamini pasta, s. o. paksu värvi kujul. Selliseid värve tuleb enne kasutamist vedeldada värnitsaga. Kuivamise kiirendamiseks lisatakse õlivärvile juurde 1...2% aineid, mis lühendavad värnitsa oksüdeerumise, s. o. ta kõvastumise aega. Selliste ainete (mangaandioksüüd, seatinasilu, tsinkhapend jm.) lahuseid nimetatakse sikatiivideks.

Õlilakke saab kasutada raadiovastuvõtjate poleerimata kastide katmiseks. Neid valmistatakse heledamates ja tumedamates värvitoonides. 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 soovitav 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.

Värv või lakk eemaldatakse vastuvõtja kastilt (selle uueks katmiseks) leeliselahusega, mis valmistatakse järgmiselt: puusöetuhk sõelutakse marlist läbi, lisatakse kaalu järgi 8% värskelt kustutatud lupja ja valatakse juurde keeva vett kuni pudrutaolise massi saamiseni. Seda massi kantakse riidest lapiga kasti pinnale (soovitav soojendatud olekus), mille tagajärjel vana lakk või värv pehmeneb, nii et nad on kergesti eemaldatavad tavalise kaabitsaga. Peale värvi mahavõtmist tuleb leelisejäänuste neutraliseerimiseks kasti seinu hõõruda nõrga äädikalahusega.

Messingi värvimise viise. Raadiovastuvõtjate ja -võimendajate puidust kastide kunstiliseks viimistlemiseks kasutatakse tihti messingist dekoratiivkaunistusi, mille pind on sobiva värvitooni saamiseks varem keemiliselt töödeldud. Allpool on toodud kaks retsepti messingi keemiliseks värvimiseks:

Vett	250 cm³
Naatriumhüdroksüüdi	10 g
Piimasuhkrut	10 „

Ained lahustatakse antud järjekorras ning keedetakse. Seejärel lisatakse pikkamööda ja lahust vahetpidamata segades 10 g vasevitrioli küllastatud lahust.

Puhastatud ja rasvajälgedest põhjalikult vabastatud messingosad paigutatakse koostatud vedelikku. Sõltuvalt osade lahuses viibimise kestusest värvuvad nad järgmiselt: 3 minuti järel — kuldseteks, 5...6 minuti järel — taevassinisteks ja 8...10 minuti järel — vikerkaarevärvilisteks.

Messingosade värvimiseks sinakasmustaks kasutatakse järgmist lahust:

Nuuskpiirituse 10%-list lahust . . .	75 g
Vaskkarbonaadi	20 „

Selles lahuses tuleb osasid hoida 1...3 minutit.

Messingi puhastamiseks üldse või enne keemilist värvimist võib kasutada järgmist segu:

Vett	100 cm³
Booraksit	4 g
Nuuskpiiritust	1 „

Sama lahusega võib puhastada ka alumiiniumi.

2. RAADIOVASTUVÕTJATE KORRASTAMISEKS VAJALIKUD TÖÖRIISTAD

Kruvikeerajad. Kruvikeeraja laius peab vastama kruvipea laiusele, kuid kruvikeeraja paksus olgu veidi õhem kruvipea sälgu laiusest. Raadio korrastamisel vajatakse kruvikeerajaid laiusega 2...8 mm. Kruvikeeraja alumine osa peab olema rööbitiste külgedega, võimalikult tasapinnaline ja tera kandid teravad. Tugevasti kinnioleva kruvi puhul valatakse selle keermetise vahele petrooleumi, lastakse seista ja pööratakse kruvi hiljem kruvikeerajaga välja. Õige kruvikeeraja ja õige töövõtte kasutamisel on välditud kruvide riknemine.

Tangid. Traadi lõikamiseks on otstarbekas kasutada diagonaalseid lõiketange võimalikult saleda, väljaulatuva esiosaga. Selliste diagonaalsete lõiketangidega on võimalik läbi lõigata juhtmeid montaažis, kuhu me harilike külglõiketangidega ligi ei pääse. Traadist aasade tegemiseks suurusega 3...8 mm on vaja ümarmokktange. Jootmise ajal kinnihoidmiseks ja traadi painutamiseks kasutame lamemokktange. Kombineeritud tangid (montööritangid) võimaldavad sooritada paljusid töövõtteid: kinni hoida eset, lõigata traati, pöörata mutrit, painutada traati. Sageli varustatakse kombineeritud tangid mugavamaks käsitsemiseks isoleerainest käepidemetega.

Käsitrell, kärn ja vasar. Raadioalaste tööde teostamisel tekib sageli vajadus puurida auke metallisse, isoleerainesse jne. Seda operatsiooni võib teostada mehaanilisel teel puurmasinatel. Käsitsi puurimise seadmetest on levinenumaid käsitrell ja elektritrell. Soovitav on omada kaht käsitrelli: väiksem spiraalpuuridele Ø 1...5 mm ja suurem Ø 5...12 mm.

Mitmesuguste läbimõõtudega aukude puurimiseks kasutatakse tööriistadena puure, kusjuures levinumad on spiraalpuurid.

Paksemate detailide puurimisel võib puur soojeneda kuni 300...400°, mispuhul ta kaotab karastamisel saadud kõvaduse. Selle vältimiseks kasutatakse jahutusvedelikke. Terase, malmi, punase vase ja messingi puurimisel tarvitatakse mineraalõli või seebivett. Alumiiniumi puurimisel annavad häid tulemusi seebivesi ja petrooleum.

Kärni kasutatakse soovitud punktide märkimiseks esemete pinnale. Kärni töötav ots teritatakse 45...60° nurga all, et eseme pinnasse tekkiv lohuke oleks väikse läbimõõduga, kuid küllalt sügav.

Lukksepatöödel kasutatakse sageli käsivasarat, näiteks raiumisel, neetimisel, õgvendamisel, temmimisel. Sobivaks vasara kaaluks on sõltuvalt tööde iseloomust 150...500 g. Vasara vars valmistatakse vastupidavamaist ja elastsemaist puuliikidest (pihlakas, kask, tuhkpuu), kusjuures materjal peab olema ilma okste ja lõhedeta. Varre ristlõige peab olema ovaalne, sest sel tingimusel püsib vars kindlalt peos ega pöörle. Lukksepatöö praktikas tarvitatakse sageli peale terasvasarate ka puidust,

seatinast või vasest vasaraid, mille löögid ei vigasta detaili pinda. Selliste vasarate laubad on lamedad.

Viilid, nende käsitsemine ja hooldamine. Mitmesugustele esemetele õige kuju või vajaliku profiili andmiseks, samuti metallpindade puhastamiseks kasutatakse viile.

Vastavalt tööde iseloomule kasutatakse järgmise ristlõikega viile: lamedad, neljakandilised, kolmekandilised, noakujulised, rombikujulised, poolümmargused, ovaalsed, ümmargused.

Praktiliselt leiab kõige rohkem kasutamist lameviil, mille servad võivad olla tasapinnalised või ümardatud.

Poolümmarguse viili lamedat poolt kasutatakse samaks otstarbeks kui lameviili. Kumerat poolt kasutatakse nõgusate pindade viilimiseks.

Neljakandilist viili kasutatakse neljakandiliste ja täisnurksete aukude viilimiseks.

Kolmekandilist viili kasutatakse samuti kui neljakandilistki kolmekandiliste siselõigete viimistlemisel.

Ümarviili kasutatakse ümmarguste ja ovaalsete aukude viilimiseks, samuti ka nõgusate pindade korral.

Pehmete metallide (alumiiniumi, vase, messingi, pronksi) viilimisel tuleb kasutada ühekordse raidega viile, sest nad ei ummistu nii ruttu. Enne vasktoodete viilimise alustamist on soovitav niisutada viili kange soodalahusega, mis kaitseb viiliraiet vasega ummistumise eest. Samaks otstarbeks kasutatakse pehmete metallide viilimisel kriiti, sütt ja stearriini, millega hõõrutakse üle viilihambad.

Viil peab olema varustatud puidust käepidemega, mille kaela ümber on metallvõru. Viili käepide on harilikult 1½ korda pikem viili saba pikkusest.

Viili puhastatakse mustusest ja metalliosakestest terasharja abil. Puidu, fiibri, pertinaksi- ja kautšukipuruga ummistunud viilid asetatakse 10 ... 20 minutiks tulisesse vette ja puhastatakse siis terasharjaga.

Rasva ja õliga määrdunud viile tuleb esiteks pesta petrooleumi või seebikivilahusega ja alles siis terasharjaga üle puhastada. Viilide parema säilivuse otstarbel hõõrutakse neid sageli kriidi või sõega.

Täiesti nürisid viile on võimalik osaliselt taastada keemiliselt. Selleks söövitatakse kulunud (nürid) viilid lämmastik- ja väävelhappe vesilahuses (80 osa vett, 10 osa lämmastikhapet ja 10 osa väävelhapet). Keemilisel teel puhastatakse viiliraie vahed viilmetest ja mustusest ning raie muutub hapete mõjul teravamaks.

Metallisaag, plekikäärid ja meisel. Metallide lõikamiseks kasutatakse metallisaage, plekikääre ja meislit.

Metallide külmas olekus lõikamiseks kasutatakse metallisaagi. Saelehe hammaste suurus valitakse vastavalt toote suurusele ja kõvadusele. Mida paksem on läbilõigatav toode, seda suuremad peavad olema sae-

lehe hambad. Kõvade materjalide lõikamiseks valitakse peenemad hambad ja vastupidi.

Sitkete metallide (terase, vase, alumiiniumi) käsitsisaagimisel peab tingimata määrima saelehte õliga. Ühe hamba murdumine põhjustab sageli ka naaberhammaste murdumist. Seepärast tuleb sae korrastamisel maha käiata katkise hamba kõrvalt veel kaks-kolm hammast.

Plekikäärid, mida kasutatakse õhukese lehtmaterjali lõikamiseks, peavad olema teravad ja lõikeservad siledad. Lõikamine peab toimuma terve tera pikkuses, ühe käega ja ilma erilise jõupingutuseta.

Metallide lõikamiseks kasutatava lukksepameisli teritusnurk sõltub töödeldava materjali kõvadusest: mida kõvem on metall, seda suurem peab olema teritusnurk, sest liiga terava nurga puhul meisli tera vastupidavus ei ole küllaldane ja ta võib murduda.

On kujunenud järgmised teritusnurgad: malmi ja pronksi raiumiseks 70°, terase ja raua raiumiseks 60°, messingi ja vase raiumiseks 45°, tsingi ja alumiiniumi raiumiseks 35°.

Meisli teritamiseks võib kasutada smirgel- või liivakäia. Teritamisel ei tohi meislit suruda vastu käia liiga tugevalt, sest vastasel korral võib meisli tera ülekuumenemise tõttu pehmeks muutuda. Meislitera külgtahud peavad omama ühesuguse laiuse ja ühesuguse kallaku meisli telje suhtes. Lõikeserv olgu 0,1 ... 1 mm võrra kumer, sest sellise meisliga on kergem raiuda ja ta ei lõiku nurkadega sisse.

Keermepuurid ja -pakud. Mitmesuguste raadio-osade kinnitamiseks kasutatakse polte ja kruve. Mutritele lõigatakse sisekeere keermepuuridega ja poltidele väliskeere keermepakkidega (klupedega). Enne keerme lõikamist keermepuuriga peab puurima augu, mis oleks veidi suurem keermepuuri keerme sisemisest läbimõõdust. Kui selle augu läbimõõt on liiga suur, ei tule keere küllalt sügav ja poldi pingutamisel võib keeret hõlpsasti üle keerata, vastupidisel juhul aga jääb keermepuur jõuga sissekeeramisel kinni või koguni murdub. Tabelis (lk. 262) on toodud spiraalpuuriga puuritavate aukude läbimõõdud mitmesuguse läbimõõduga keermete jaoks.

Keermepuure kasutatakse harilikult komplektidena, mis koosnevad kolmest keermepuurist. Keermepuuri nr. 1 (üks rõngas keermepuuri kerel) nimetatakse eelpuuriks, sest temaga vaid alustatakse keerme lõikamist. Keermepuuri nr. 2 (kaks rõngast keermepuuri kerel) nimetatakse keskmiseks, ta süvendab keeret. Keermepuuri nr. 3 (kolm rõngast keermepuuri kerel) nimetatakse puhtaks, sest ta annab keermele vajaliku lõppkuju.

Keermetamine toimub järgmiselt. Toode kinnitatakse kindlalt kruustangide vahele ja auku asetatakse kergelt õlitatud eel-keermepuuri ots. Keermepuuri sabale asetatakse pöör, millest võetakse kinni mõlema käega ja pöörale surudes hakatakse seda pöörama kellaosuti suunas. Kui keermepuur hakkab lõikama, vähendatakse survet, sest keerme-

puur hakkab ise metalli sisse lõikama. Keermetamisel pööratakse keermepuuri ühe pöörde võrra paremale, siis pool pööret tagasi, siis uuesti ühe pöörde võrra edasi ja pool pööret tagasi jne. Edasi-tagasi pööramise tõttu lõikab keermepuur kergelt, sest sellega peenendatakse laastud. Samal viisil keermetatakse ka keskmise keermepuuriga nr. 2 ja pärast seda juba puhta keermepuuriga nr. 3. Keermetamine on kergem ja keere puhtam, kui tarvitatakse määret. Terasest ja messingist toodete keermetamisel tarvitatakse seebivett, alumiiniumi puhul tavaliselt petrooleumi ja muudest materjalidest toodete puhul värnitsat.

Puuride läbimõõte keermetatavatele aukudele

Keerme välisläbimõõt mm	Puuri läbimõõt mm	Keerme välisläbimõõt mm	Puuri läbimõõt mm
1	0,75	3	2,4
1,2	0,95	3,5	2,8
1,4	1,1	4	3,2
1,7	1,3	5	4,1
2	1,5	6	4,8
2,3	1,8	8	6,5
2,6	2,1	10	8,2

Kruvidele ja poltidele lõigatakse väliskeere keermepakkidega või keermeplaatidega.

Keermepakid jagunevad ümarpakkideks ja seatavateks pakkideks. Seatavate pakkidega toimub keermetamine samuti nagu keermepuuridegagi. Selleks kinnitatakse polt kruustangide vahele ja määritakse ta õliga. Järgnevalt asetatakse poldi otsale pakid koos klupiga ja keeratakse kruvi seni, kuni pakkide hambad tungivad metallisse 0,2 . . . 0,5 mm sügavuselt. Edasi pööratakse klupp ühe täispöörde võrra paremale ja poolpöörde võrra tagasi jne. Jõudnud keerme lõpuni, keeratakse klupp tagasi oma algseisu. Nüüd pingutatakse jälle kruvi pakipoolte lähendamiseks ja läbitakse keere teistkordselt. Keermetamist korratakse kuni täiskeerme saamiseni.

Peale seatavate pakkide kasutatakse ka ümarpakke ja keermeplaate, milledega keermestamine toimub ühe töökäiguga. Keermetamise kiirus peab olema sel juhul väga väike, õlitamine aga rikkalik, et vältida toote kuumenemist ja keerme riknemist.

Et hõlbustada tööd ja saavutada puhtamat keeret, tarvitatakse määrimiseks samu vedelikke kui keermepuuridega keermetamiselgi.

Märksirkel, varbsirkel ja mikromeeter. Märksirkli ülesandeks on peamiselt pikkusmõõtmete ülekandmine detailidele nende märkimisel. Märksirkel peab olema raskelt liikuv. Selleks, et sirkliga töötamise ajal vahemaa tema harude vahel ei muutuks, varustatakse sirkel segmendi ja kruviga, mis võimaldavad hargistatud harusid tugevasti kinni keerata.

Varbsirklit (nihkkaliibrit) kasutatakse toote välis- või sisemõõtmete kindlaksmääramiseks. Mõõtmise täpsuse suurendamiseks on varbsirkleid sageli varustatud nooniuse skaalaga.

Varbsirkli kontrollimiseks lükatakse varbsirkli harud kokku ja kontrollitakse mõõtejoonlaua esimese kriipsu ühtimist nooniuse esimese kriipsuga, mida nimetatakse nooniuse nulliks. Mõõtejoonlaua 9 millimeetri lõppkriips ja nooniuse viimane kriips peavad tingimata ühte langema. Detaili mõõtmise kord varbsirkliga on järgmine. Keeratakse lahti stoppkruvi, pigistatakse detail harude vahele või asetatakse joonlaua ots detailile ja lükatakse varras välja kuni vastupuutumiseni; siis keeratakse kinni stoppkruvi. Pärast seda võetakse varbsirkel detaililt ja loetakse näidud. Mõõtejoonlaualt loetakse näitu vasakult paremale kuni nooniuse nullkriipsuni. Täisjaotuste arv mõõtejooniaual vastab millimeetrite arvule. Kui nooniuse nullkriips ei asu mõõtejoonlaua kriipsu vastas, siis millimeetri murdosa loetakse nooniuselt. Seejuures loetakse nooniuse nullkriipsust, s. o. vasakult paremale, nooniuse kriipsude arv kuni kriipsuni, mis kõige täpsemalt ühtib mõõtejoonlaua kriipsuga. Saadud arv korrutatakse nooniuse täpsusega (tavaliselt 0,1 mm) ja saadakse millimeetri kümnendikosad. Pärast seda liidetakse täismillimeetrite arv millimeetri murdosadega, mis annabki detaili mõõte.

Mikromeeter on levinumaid mõõteriistu toodete pikkuse ja paksuse täpseks mõõtmiseks.

Mikromeetrilise kruvi keermesamm on harilikult võrdne 1 mm, täpsematel mikromeetritel aga 0,5 mm. Seega igal kruvi täispöördel nihkub tema hülss puksil 1 mm või 0,5 mm võrra. Millimeetri murdosade lugemiseks on hülsi kaldotsale kantud 50 võrdset jaotust. Kui kruvi üks täispööre nihutab teda terve keermesammu võrra, siis vastab üks jaotus kruvi nihkumisele keermesammu $^1/_{50}$ võrra. Kui sammu suuruseks on 1 mm, võrdub üks hülsi jaotus 0,02 mm. Kui aga mikromeetrilise kruvi samm on 0,5 mm, siis on üks hülsi jaotus 0,01 mm.

Mikromeetriga mõõtmise täpsus sõltub spindli õigest ja täpsest liikumisest, kanna ja kruvi tasapindade õigsusest ning jõust, millega kruvi pigistatakse toote vastu.

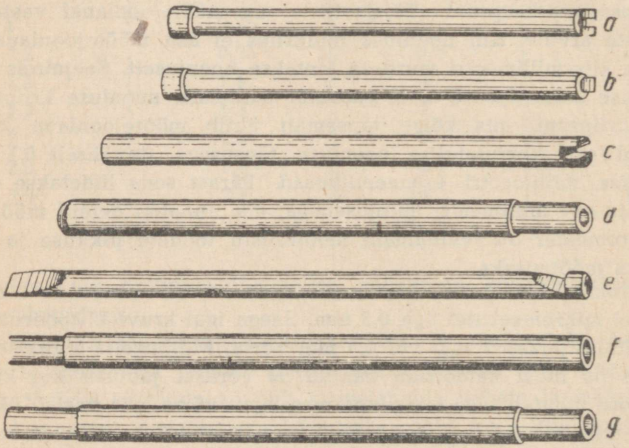
Juhul kui kruvi surve on tugev, võib tekkida kuni 0,02 ... 0,03 suurune mõõtmiste vahe. Sellise vea vältimiseks kasutatakse mikromeetrites käristit.

Enne mõõtmist peab mikromeetrit kontrollima. Selleks viiakse mikromeetri mõõtetihvtid kokkupuutumiseni. Selles kokkupuuteasendis peab nulljaotus liikumatul puksil ühtima nulljaotusega hülsil.

Mõõtmisel keeratakse kõigepealt lahti kinnitusrõngas ja siis keeratakse kruvi survet reguleeriva käristi abil. Mõõdetav ese pigistatakse kuni surveregulaatori esimese või teise plõksuni, mis vastab jõule 200 g. Seejärel fikseeritakse mikromeetri seis kinnitusrõngana, eraldatakse mikromeeter mõõdetavalt esemelt ja loetakse näit.

Täis- ja poolmillimeetrite arvu loetakse liikumatu puksi skaalalt, võttes kokku lõikude arvu esimesest kriipsust kuni liikuva hülsi servani. Millimeetri sajandikosad, juhul kui liikuva hülsi serv peatus puksi jaotuse keskel, loetakse nooniuse skaalalt kriipsu järgi, mis ühtib pikikriipsuga liikumatul puksil.

Häälestusvõtmed ja kruvikeerajad. Supervastuvõtja häälestamisel kasutatakse isoleermaterjalist (ümarfiibrist, hetinaksist, eboniidist) valmistatud häälestusvõtmeid ja kruvikeerajaid. Joonisel on kujutatud tüüpilised häälestusvõtmed ja kruvikeerajad: *a*, *b* ja *c* — kruvikeerajad trimmerite reguleerimiseks; *d*, *f* ja *g* — häälestusvõtmed mutritele läbimõõduga 3, 4, 5, 6 mm.



Joon. 169. Häälestusvõtmed ja kruvikeerajad.

Vastuvõtja häälestamisel on suureks abiks häälestusvarb, mis võimaldab kontrollida võnkeringide häälestuse täpsust. Häälestusvarb koosneb isoleerainest vardast, mille ühes otsas on kõrgsagedusrauast ja teises otsas alumiiniumist või vasest ümarsüdamik. Kõrgsagedusraua lähendamisel poolile suureneb selle induktiivsus, vase või alumiiniumi puhul aga väheneb. Kui kõrgsagedusraudsüdamiku lähendamisel häälestuspoolile helitugevus kasvab, on vaja pooli induktiivsust suurendada.

Juhul kui heli nõrgeneb, tuleb poolile lähendada häälestusvarva vasksüdamik. Kui nüüd heli tugevneb, siis on vaja pooli induktiivsust vähendada. Võnkering on täpselt häälestatud juhul, kui helitugevuse nõrgenemise kutsub esile nii vask- kui ka raudsüdamiku lähendamine.

Joonisel 169, *e* on toodud isoleermaterjalist valmistatud kontrollvarb, mis võimaldab avastada puudulikke kontakte ja lühiseid montaažis. Sama varva teise otsaga on võimalik painutada pöördkondensaatori rootori väljalõikeid sektsioonide kokkujooksu saavutamiseks.

3. JOOTEVAHENDID JA JOOTMINE

Üldiselt. Raadioseadmete korrastamisel või ehitamisel on jootmisel suur tähtsus, sest joodete kvaliteedist sõltub suurel määral nende seadmete edaspidine häireteta töö. Enamik isevalmistatud raadiovastuvõtjate riketest on põhjustatud halbadest jootekohtadest. Ka tehastes toodetud vastuvõtjates esineb jootest tingitud vigu.

Raadioalaste tööde juures kasutatakse jootmisel kergesti sulavate metallide sulameid, nn. pehmeid joodiseid, mille sulamistemperatuur on alla 300°.

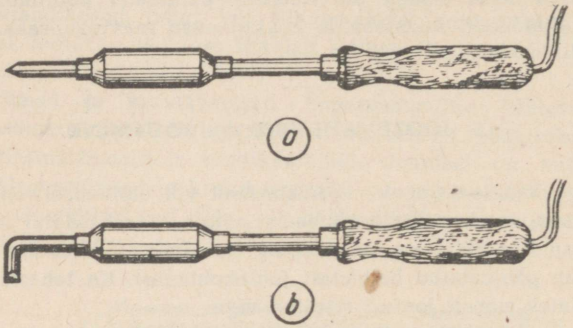
Peale joodise on jootetöödel veel vajalikud jootetõlvik (jootekolb) ja räbustaja. Jootmise üldine töökäik seisab selles, et kuuma tõlvikuga kantakse jootekohale sulanud joodis, mis valgub joodetavate osade vahele ning pärast jahtumist moodustab seal niihästi hea elektrilise kontakti kui ka küllaldase mehaanilise tugevusega ühenduse. Räbustaja ülesandeks on kaitsta varem puhastatud jootekohta ja joodist kuumuse mõjul oksüdeerumise eest, sest joodis ühendab ainult täiesti puhtaid pindu.

Jootetõlvikud. Tõlvik koosneb teatud kuju ja mõõtmetega punase vase tükist, nn. peast, mis on kinnitatud puitkäepidemega raudvarda või -toru külge. Mida massiivsemad on kokkujoodetavad osad, seda rohkem on tarvis soojust jootekoha kuumendamiseks ning seda suurema kaaluga tuleb võtta jootetõlviku pea. Sõltuvalt viimase asetusest raudvarda suhtes eristatakse ots- ja külgjootetõlvikuid (vasartõlvikud). Tõlvikute kuumutamise viisi järgi liigitatakse neid veel tulel (piiritus- või jootelambiga, priimusega jne.) kuumutatavateks ja elektri-jootetõlvikuteks. Viimased on käsitsemisel eriti mugavad. Joonisel 170, *a* on näidatud ots- ja 170, *b* külgpeaga elektri-jootetõlvikud.

Raadiomontaažtöödel on ühenduste jootmiseks otstarbekas kasutada jootetõlvikut võimsusega 50 ... 100 W, kusjuures raskesti juurdepääsetavates kohtades tuleb kasutada külgpeaga tõlvikut. Suuremate pindade (näiteks šassii ääred) või massiivsete osade jootmiseks sobiva tõlviku võimsusetarvitus peab olema vähemalt 200 W. Tulel kuumutataval tõlvi-

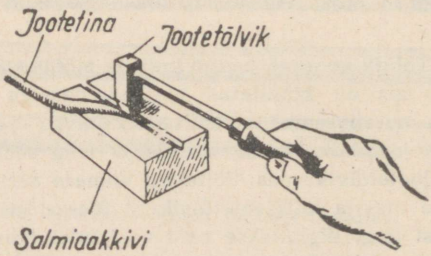
kul, mida kasutatakse ühenduste jootmiseks, peab olema umbes 200 g raskune ots- või külgpea.

Eduka jootmise üheks põhitingimuseks on see, et jootetõlviku töötav ots oleks alati puhtalt tinutatud. Kui jootepea ots on tõlviku pikaajalise tarvitamise järel muutunud konarlikuks (sisse põlenud), tuleb teda algul puhastada viiliga või puuklotsi ümber keeratud liivapaberiga ja siis



Joon. 170. Elektri-jootetõlvikud: *a* — otspeaga, *b* — külgpeaga.

kuumutada. Seejärel hõõrutakse tõlviku töötavat otsa salmiaakkivil või tellisetükile asetatud salmiaagipulbris. Samal ajal puudutatakse tõlviku otsa joodisepulgakesega, mis jätab sinna sulanud tilga. Edaspidisel hõõrumisel katab joodisetilk tõlviku pea töötava otsa ühtlase kihina. Seda toimingut selgitab joonis 171. Kui tõlviku pea ei võta joodist külge,



Joon. 171. Jootetõlviku pea puhastamine ja tinutamine salmiaakkivil.

siis on ta kas liialt must või mitteküllaldaselt kuum. Normaalselt kuumutatud pea puhul peab salmiaak mitte ainult suitsema, vaid ka kergelt susisema. Ka liiga kuum tõlvik ei võta joodist külge. Sel puhul tuleb oodata, kuni ta veidi jahtub.

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, puru või väikseid tükke. Seega on tõlviku puhastusmass valmis. Tõlviku pea tinutamiseks 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 massi 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 alltoodud tabel.

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 montaažjuhtmete 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 kadmiumi. Järgnevalt on toodud 86° C juures sulava joodise koostis kaaluosades, milles ei ole viimati nimetatud metalle:

Tina 4
Plii 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, nagu eelnevas tabelis toodud, on 181° C ning ta kõlbab väga mitmesuguste metallide kokkujootmiseks. Peale selle jätab joodis ПОС-64 jahtunult jootekohale ilusa, läikiva ja mitteoksüdeeruva pinna.

Räbustajad. Kokkujootmisele kuuluvate osade pinnad peavad olema piinlikult puhtad, sest vastasel korral joodis ei ühine metalliga. Vaatamata sellele, et enne jootmist toimus nende pindade puhastamine, oksüdeeruvad nad soojuse ja õhuhapniku mõjul otsekohe, kui tõlvikuga puudutatakse joodetavat kohta. Aineid, mis kaitsevad jootmisel puhastatud pindu või neid isegi puhastavad, nimetatakse räbustajateks. Viimaste sulamistemperatuur peab olema tunduvalt madalam kui tarvitataval joodisel, sest räbustaja peab sulanud olekus kaitsma joodetavat pinda ja joodist õhukindla kilega.

Oma toimelt jagatakse räbustajad kahte liiki: ühed, mis sulatavad oksüüdkilesid metallidel või isegi metalli, ja räbustajad, mis kaitsevad puhastatud metalli jootmisel oksüdeerumise eest. Esimesse räbustajate liiki kuulub põhiliselt tsinkkloriid, teise aga kampol.

Raadiotehniliste jootmiste juures tuleb räbustajana kasutada kampolit. Kõik teised, nn. happelised räbustajad (tsinkkloriid) skeemi ühendusjuhtmete külgejootmiseks üksikosadele 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 parast jootmist sinna inetu musta kihi. Paras lahus sisaldab ligikaudu 28% kampolit.

Laialdase poolehoiu on võitnud mitmesugused pastataolised räbustajad, 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 eduga kasutada mitte liiga peenikeste traatide jootmiseks. Selline jootepasta lahustab metalli katva oksüüdikile ja ühtlasi kaitseb jootekohas varem puhastatud pindu. Seega pole sellise jootepasta tarvitamisel kokkujoodetavaid 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.

Allpool on toodud veel rida jootepastade retsepte, kuid need võivad tekitada korrosiooni, mistõttu nende kasutamisest tuleb hoiduda ühendusjuhtmete jootmisel üksikosade külge. Küll on nad aga sobivad raadioseadmete teiste osade kokkujootmisel, eriti kui jootekoht pärast puhastatakse.

1. Kõikide metallide (peale alumiiniumi) jootmiseks kasutatav jootepasta valmistatakse järgmiselt: 7 g sulatatud kampolile lisatakse 45 g sulatatud vaseliini. Kui segu on jahtunud 75° C, lisatakse veel 28 g küllastatud tsinkkloriidi lahust.

2. Tina ja valgepleki jootmiseks kasutatakse järgmist jootepastat:

Kampolit	30 g
Loomarasva (magedat)	100 „
Vaseliinõli	20 „
Salmiaaki (hästi pulbristatud)	50 „

Pasta valmistamiseks sulatatakse kampol koos 50 g rasvaga, ilma edasise soojendamiseta lisatakse ülejäänud rasv ning lastakse see sulada. Seejärel lisatakse juurde vaseliinõli ja salmiaagipulber. Saadud massi segatakse jahtumiseni.

3. Vaske, messingit ja tsinki saab joota järgmise retsepti kohaselt valmistatud jootepastaga (koostis kaaluprotsentides):

Kampolit (heledat)	18
Stearіini	32
Oleiini	20
Tsinkkloriidi ja ammooniumkloriidi küllastatud lahust (vahekorras 3:1)	30

Retseptis toodud ained segatakse järgmiselt: kampol ja stearіin 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 retseptidega 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, transformaatorite magnetvarjeid jne.). Sel puhul on kõige parem räbustajaks kasutada tsinkkloriidi lahust, mida valmistatakse järgmiselt: klaaspurki valatakse soovitav kogus soolhapet ja sama palju vett ning lastakse sinna sisse tsingitükikesi (näiteks vana 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 räbustajat saab kasutada joodiste puhul, mille sulamistemperatuur on alla 260° C.

Häid tulemusi annab ka jootevedelik, mille koostis kaaluosades on järgmine:

Vett	12
Tsinkkloriidi	3
Salmiaaki	1

Selle räbustaja aurustumistemperatuur on ligikaudu 175° C, mistõttu ta kõlbab jootmiseks ka kõige raskemini sulavate tina-plii-joodistega.

Pärast jootmist tsinkkloriid- ja tsinkkloriid-ammooniumkloriid-räbustajatega tuleb jootekoht korrosiooni vältimiseks puhastada söögisooda lahuses immutatud vati või lapiga.

Üks parim jootepasta, mille abil peale teiste metallide saab eduga joota ka alumiiniumi, koosneb ühealuseliste rasvhapete ja kampoli sulamist. See räbustaja ei määri kokkujoodetavate juhtmete otstes isolatsiooni ning peale jootmist on ta pintsettide vahele võetud vati või riidetükikesega jootekohalt hõlpsasti eemaldatav. Nimetatud räbustaja kasutamisel ei ole isegi tarvilik, et jootmisele kuuluvad pinnad oleksid üle tinutatud või eriti puhtad, sest sulanud olekus on pasta väga voolav ning aktiivne oksüüdide sulataja. Ka ei tekita kirjeldatav räbustaja jootekohale korrosiooni, mistõttu ta on sobiv raadioalasteks jootmisteks üldse, eriti aga kõrgsageduslitse või peenikeste traatide jootmiseks.

Selle jootepasta koostis on järgmine:

Stearііnhapet	30 g
Palmitiinhapet	25 „
Oleiinhapet	45 „
Kampolit	100 „

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 loomsest 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" paar-kolm 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 teostatakse seesugust pesemist kolm kuni neli 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 üle tinutama. Joodisega kaetud pinnad ühenduvad jootmisel teineteisega palju hõlpsamalt ja kindlamalt. Pinna tinutamiseks määritakse ta õhukeselt räbustajaga üle ning kuuma tõlviku peaga tuuakse sellele kohale tilk tina, mis hõõrutakse pinnal laiali. Jootmisele eelnev ületinutamine ei ole vajalik juhul, kui joodetavad pinnad on täiesti puhtad (isolatsioonist vabastatud traadiots, valge- või tsinkplekk, puhtad messingist jootelibled jne.) ning kasutatakse vastavat räbustajat.

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 räbustaja jootekohalt,

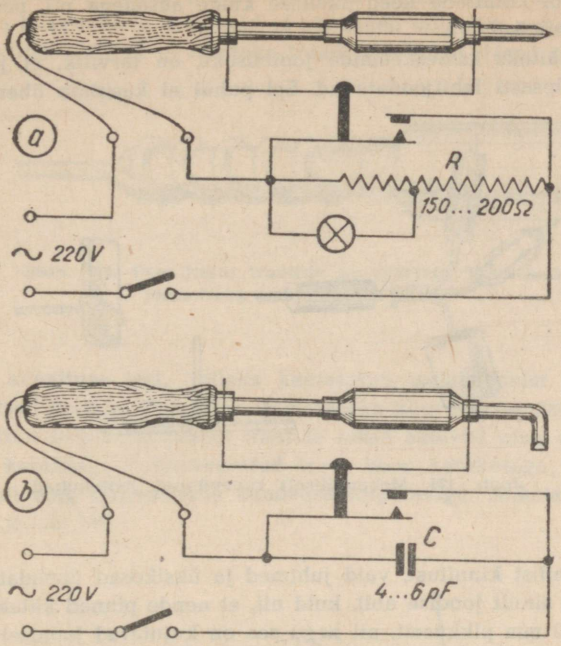
viimane kuumeneb üle, oksüdeerub ja joodis ei hakka sinna külge. Juhul kui joodetakse kinni isoleeritud traadi otsi, põleb või sulab ära nende isolatsioon ning üksikosad (takistid, plokk-kondensaatorid) kuumenevad üle ja võivad rikneda. Samuti ei tohi joota ka vähe kuumenenud tõlvikuga, mille puhul joodis 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.

Et tavaliselt elektritõlvikud jootmiste vaheaegadel kuumenevad üle, mistõttu hävib nende töötava osa tinutis, tuleb need ajutiselt võrgust välja lülitada. Veel parem on kasutada pinget mõdaldavaid 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 võimsusetarvitusega tõlvikut, siis 50-V pingelangu saamiseks tuleb 220-V võrgupinge korral tõlvikuga järjestikku ühendada kas traattakistit takistusega 200 Ω ja taluvvõimsusega vähemalt 15 W või paberdielektrikuga kondensaator mahtuvusega ligikaudu 5 μF. Viimane moodus on parem, sest sel puhul ei teki pingemadaldamisel 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 172, *a* on toodud takistiga ja 172, *b* kondensaatoriga pinget madaldavate tõlvikuhoidjate skeemid.

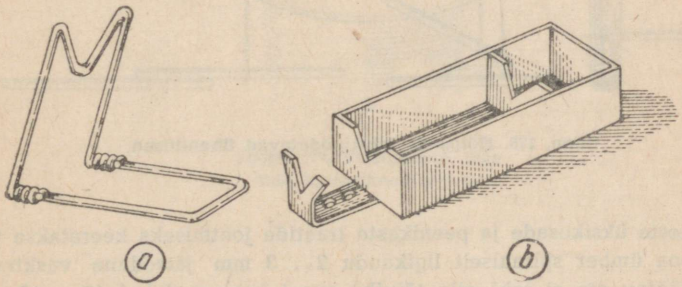
Kui ei kasutata pinget madaldavaid tõlvikuhoidjaid, tuleb kuum tõlvik töö vaheajal panna mingile metallalusele. Selleks on sobivad joonisel 173, *a* ja *b* näidatud tõlvikuhoidjad. Joonisel 173 kujutatud tõlvikuhoidja on valmistatud mustast plekist ning omab vaheseinaga jagatud osasid salmiaagi (tõlviku puhastamiseks), jootepasta ning joodise jaoks.

Jootmiseks võetakse hästi tinutatud ja normaalselt kuumendatud tõlviku töötavale osale tilk joodist ning viiakse see puhastatud ja räbustajaga kaetud jootekohale. Tõlvikut tuleb hoida selles kohas niikaua, kuni joodis jookseb joodetavate pindade vahel laiali ning jätab sinna puhta pinnaga madala tilga. Kui jootmine millegipärast ei õnnestu, tuleb korduvaks jootmiseks jootekoht puhastada ning uuesti määrida räbustajaga.

Et jootekoht oleks mehaaniliselt tugev, ei tohi joodetavad üksikosad joodise jahtumise ajal liikuda. Selleks on vaja ühte sõlme joodetavaid üksikosi, näiteks ühendusjuhtmeid, siduda omavahel puhta peenema



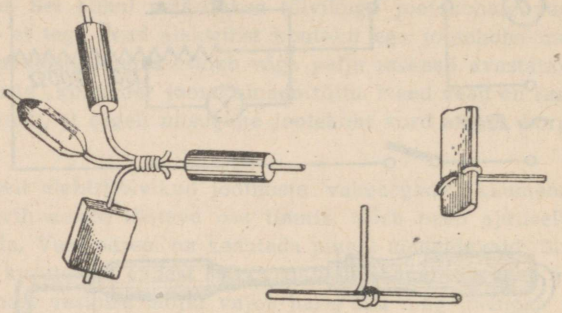
Joon. 172. Pinget madaldavate tõlvikuhoidjate skeemid: *a* — takistiga, *b* — kondensaatoriga.



Joon. 173. Tõlvikuhoidjad: *a* — traadist, *b* — karbikujuline.

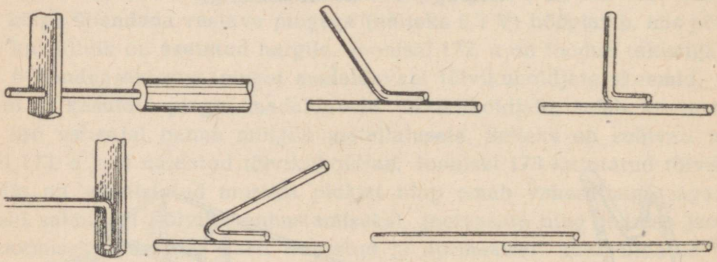
traadiga või kinnitada need üksteise külge aasadega nii, nagu see on näidatud joonisel 174.

Sageli, näiteks katseskeemide jootmiseks, on tarvilik, et jootekohad oleksid hõlpsasti lahtijoodetavad. Sel puhul ei kasutata ühenduskohta-



Joon. 174. Mehaaniliselt tugevdatud jootekohad.

des 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 175. Seesugune pikkus tagab täielikult joote mehaanilise tugevuse.



Joon. 175. Hõlpsasti lahtijoodetavad ühendused.

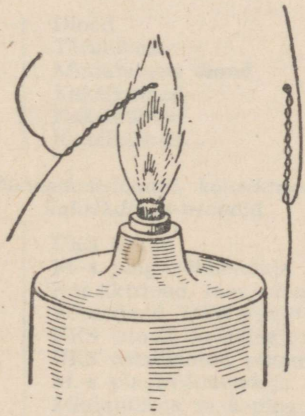
Väikeste üksikosade ja peenikeste traatide jootmiseks keeratakse tõlviku pea ümber spiraalselt ligikaudu 2 ... 3 mm jämedune vasktraat, mille töötav ots ei tohi olla tõlviku peast kaugemal kui 10 ... 15 mm (joon. 176). Soojuse paremaks edasiandmiseks tuleb üle tinutada niihästi spiraali keeratud traat 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 ühen-



Joon. 176. Peenikeste traatide ja väikeste üksikosade jootmiseks kohandatud tõlvik.

datakse keevituse teel. Selleks keeratakse isolatsioonist puhastamata traadi otsad keerdu, lõigatakse ühetasaseks ning kuumendatakse küünla või tuletiku leegil. Seejuures traatide otsad sulavad ning moodustavad väikese kerakese. Kokkukeeratud traat koos kerakesega painutatakse piki traati ning isoleeritakse kondensaatorpaberiga. Nimetatud töövõtet selgitab joonis 177.



Joon. 177. Peenikeste traatide kokkukeevitamine.

LISAD

Lisa 1

ELEKTRONLAMPIDE ELEKTRILISI ANDMEID JA SOKLIÜHENDUSI

Elektron- ja gaastäitega lambid

Sokli nr.	Tüüp	Nimetus ja kasutusala
		Detekteerimisdioodid
1.	6Д3Д	Diood
2.	6Д4Ж	Tõrudiood
3.	6Д6А	Miniatuurne diood
4.	6Х2П	Kaksikdiood
5.	6Х6С	Kaksikdiood
6.	12Х3С	Kaksikdiood
		Pingevõimendustrioodid, kaksiktrioodid ja kaksikdiood-trioodid
7.	1С12П	ÜKS triood
8.	УБ-240	M.-s.-pingevõimendaja
9.	СО-243	Kaksiktriood, m.-s.-võimendaja
10.	6С1Ж	Tõrutriood, ÜKS ostsillaator, võimendaja
11.	6С1П	ÜKS triood, ostsillaator, võimendaja
12.	6С2П	ÜKS ostsillaator, pingevõimendaja
13.	6С2С	M.-s.-pingevõimendaja
14.	6С3Б	Miniatuurne m.-s.-pingevõimendaja
15.	6С3П	K.-s.-pingevõimendaja
16.	6С4П	K.-s.-pingevõimendaja
17.	6С5С	M.-s.-pingevõimendaja
18.	6С6Б	Miniatuurne m.-s.-pingevõimendaja, ostsillaator
19.	6С7Б	Miniatuurne, suure võimendusteguriga pingevõimendaja
20.	6Ф5	Suure võimendusteguriga pingevõimendaja
21.	6Н1П	Kaksiktriood, universaalne pingevõimendaja
22.	6Н2П	Suure võimendusteguriga kaksiktriood
23.	6Н3П	Kaksiktriood; universaalne pingevõimendaja, kõlblik ka ÜKS võimendajaks

Sokli nr.	Tüüp	Nimetus ja kasutusala
24.	6Н4П	Kaksiktriood, m.-s.-pingevõimendaja
25.	6Н5П	Kaksiktriood, k.-s.-pingevõimendaja
26.	6Н6П	Kaksiktriood, UKS ja k.-s.-pingevõimendaja
27.	6Н8С	Kaksiktriood, universaalne pingevõimendaja
28.	6Н9С	Kaksiktriood, suure võimendusteguriga pingevõimendaja
29.	6Н10С	Kaksiktriood, universaalne pingevõimendaja
30.	6Н14П	Kaksiktriood, UKS võimendaja kaskoodlülituses
31.	6Н15П	Kaksiktriood, UKS ostsillaator, sagedusmuundaja ja võimendaja
32.	6Н16Б	Kaksiktriood, UKS ostsillaator, sagedusmuundaja ja võimendaja
33.	6Н17Б	Kaksiktriood, m.-s.-pingevõimendaja
34.	6Г1	Kaksikdiood-triood, diooddetektor ja m.-s.-pingevõimendaja
35.	6Г2	Kaksikdiood-triood, diooddetektor ja m.-s.-pingevõimendaja
36.	6Г3П	M.-s.-pingevõimendaja
37.	6Г7	Kaksikdiood-triood, diooddetektor ja m.-s.-pingevõimendaja
38.	6Е5С	Optiline häälestusindikaator
39.	6Е1П	Optiline häälestusindikaator
40.	12Г1	Kaksikdiood-triood, diooddetektor ja m.-s.-pingevõimendaja
41.	12Г2	Kaksikdiood-triood, diooddetektor ja m.-s.-pingevõimendaja
42.	12С3С	Triood, UKS ostsillaator
	Võimsustrioodid ja kaksiktrioodid	
43.	2С4С	Võimsusvõimendaja AB_1-klassis
44.	6С4С	Võimsusvõimendaja AB_1-klassis
45.	1Н3С	Kaksiktriood, võimsusvõimendaja B-klassis
46.	6Н5С	Kaksiktriood, võimsusvõimendaja
47.	6Н7С	Kaksiktriood, võimsusvõimendaja B-klassis
	Pingevõimenduse pentoodid, kaksikdiood- ja dioodpentoodid	
48.	0,6П2Б	M.-s.-pingevõimendaja
49.	0,6Ж6Б	M.-s.-pingevõimendaja
50.	1Б1П	Diood-pentood, m.-s.-pingevõimendaja ja detektor
51.	1Б2П	Diood-pentood, m.-s.-pingevõimendaja ja detektor
52.	2Ж2М	K.-s.-pingevõimendaja
53.	2К2М	K.-s.-pingevõimendaja

Sokli nr.	Tüüp	Nimetus ja kasutusala
54.	2Ж27Л	K.-s.-pingevõimendaja ja k.-s.-generaator
55.	2Ж27П	K.-s.-pingevõimendaja
56.	6Б2П	Kaksikdiood-pentood, k.-s.- või m.-s.-võimendaja ja detektor
57.	6Б8С	Kaksikdiood-pentood, k.-s.- või m.-s.-võimendaja ja detektor
58.	6Ж1Б	K.-s.-pingevõimendaja
59.	6Ж1Ж	UKS pingevõimendaja
60.	6Ж1П	UKS pingevõimendaja
61.	6Ж2Б	K.-s.-pingevõimendaja
62.	6Ж2П	K.-s.-pingevõimendaja
63.	6Ж3	K.-s.-pingevõimendaja
64.	6Ж3П	UKS pingevõimendaja
65.	6Ж4П	K.-s.- ja UKS lairibavõimendaja
66.	6Ж4	K.-s.- ja UKS lairibavõimendaja
67.	6Ж5П	K.-s.- ja UKS lairibavõimendaja
68.	6Ж6С	K.-s.-lairibavõimendaja
69.	6Ж7	Pingevõimendaja
70.	6Ж8	Pingevõimendaja
71.	6Ж9П	K.-s.-pingevõimendaja
72.	6Ж10Б	K.-s.-pingevõimendaja
73.	6Ж11П	K.-s.-pingevõimendaja
74.	6Ж20П	Katoodvõrega UKS ja k.-s.-lairibavõimendaja
75.	6Ж21П	Katoodvõrega UKS ja k.-s.-lairibavõimendaja
76.	6Ж22П	Katoodvõrega UKS ja k.-s.-lairibavõimendaja
77.	6К1Ж	UKS pingevõimendaja
78.	1К1П	Pingevõimendaja
79.	1К2П	Pingevõimendaja
80.	6К1П	UKS ja k.-s.-pingevõimendaja
81.	6К3	K.-s.-pingevõimendaja
82.	6К4	K.-s.-pingevõimendaja
83.	6К4П	K.-s.-pingevõimendaja
84.	6К7	K.-s.-pingevõimendaja
85.	6К9С	K.-s.-pingevõimendaja
86.	12Ж8	K.-s.-pingevõimendaja
87.	12К3	K.-s.-pingevõimendaja
88.	12К4	K.-s.-pingevõimendaja
89.	12Ж1Л	K.-s.-pingevõimendaja
		Sagedusmuundajad
90.	1А1П	Muundusheptood
91.	1А2П	Muundusheptood
92.	СО-242	Muundusheptood
93.	6А2П	Muundusheptood
94.	6А7	Muundusheptood
95.	6А8	Muundusheptood

Sokli nr.	Tüüp	Nimetus ja kasutusala
96.	6А10С	Muundusheptood
97.	6И1П	Triood-heptood
98.	6Л7	Segustusheptood
99.	6Ф1П	UKS muundustriood-pentood
		Võimsuspentoodid ja -jugatetroodid
100.	1П2Б	M.-s.-võimsuspentood
101.	1П3Б	M.-s.-võimsuspentood
102.	1П4Б	M.-s.-võimsuspentood
103.	2П1П	M.-s.-võimsus-jugatetrood
104.	2П2П	M.-s.-võimsuspentood
105.	СО-244	M.-s.-võimsuspentood
106.	СО-258	M.-s.-võimsuspentood
107.	4П1Л	M.-s.- ja k.-s.-võimsuspentood ning k.-s.-generaator
108.	6Э5П	M.-s.-võimsus-jugatetrood
109.	6Ф6С	M.-s.-võimsuspentood
110.	6П1П	M.-s.-võimsus-jugatetrood
111.	6П3С	M.-s.-võimsus-jugatetrood
112.	6П6С	M.-s.-võimsus-jugatetrood
113.	6П7С	M.-s.-võimsus-jugatetrood
114.	6П9	Viideosagedus-võimsuspentood
115.	6П13С	Jugatetrood reahälvituslülituses
116.	6П14П	M.-s.-võimsuspentood
117.	6П15П	Viideosagedus-võimsuspentood
118.	6П18П	M.-s.-võimsuspentood
119.	30П1С	M.-s.-võimsus-jugatetrood
		Kenotronid
120.	1Ц1С	Kineskoobi suunaja
121.	1Ц11П	Kineskoobi suunaja
122.	1Ц7С	Kineskoobi suunaja
123.	2Ц2С	Ostsillograafi suunaja
124.	5Ц3С	Raadiovastuvõtja suunaja
125.	5Ц4С	Raadiovastuvõtja suunaja
126.	5Ц8С	Televiisori või võimendaja suunaja
127.	5Ц9С	Televiisori või võimendaja suunaja
128.	5Ц12П	Televiisori või võimendaja suunaja
129.	6Ц4П	Raadiovastuvõtja suunaja
130.	6Ц5С	Raadiovastuvõtja suunaja
131.	6Ц10П	Summutusdiood reahälvituslülituses
132.	30Ц6С	Universaalvastuvõtja suunaja

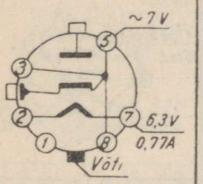
Sokli nr.	Tüüp	Nimetus ja kasutusala
		Huum-pingestabilisaatorid
133.	СГ-1П	
134.	СГ-2П	
135	СГ-2С	
136.	СГ-3С	
137.	СГ-4С	
138.	СГ-5Б	
		Barreterid (voolustabilisaatorid)
139.	0,24Б12-18	
140.	0,3Б17-35	
141.	0,3Б65-135	
142.	0,425Б5,5-12	
143.	0,85Б5,5-12	
144.	1Б5-9	
145.	1Б10-17	
		Tiratronid
146.	ТГ1-0,1/0,3	
147.	ТГ1-0,1/1,3	
148.	ТГ3-0,1/1,3	
149.	ТГ1-1/0,8	
150.	ТГ1-0,02/0,5	

Elektron- ja gaastäitega lampide elektriliste näitajate tähiseid

Tähis	Seletus
S	Tõus mA/V
S_{mt}	Muundustõus mA/V
S_o	Muunduslambi ostsillaatorosa tõus mA/V
μ	Võimendustegur
R_i	Sisetakistus kΩ
R_a	Koormustakistus kΩ
R_k	Katoodtakisti Ω
U_m	Suurim pingepulss V
U_v	Suurim vastupingepulss V
U_s	Süütepinge V
U_{st}	Stabiliseerimispinge V
I_m	Suurim voolupulss mA
I_a	Alaldatud vool mA
I_{st}	Stabiliseerimisvool mA
P_a	Anoodkadu W
P_v	Väljevõimsus VA
C_{gk}	Sisendmahtuvus (tüürvõre-katood) pF
C_{ak}	Väljemahtuvus (anood-katood) pF
C_{ga}	Läbivusmahtuvus (tüürvõre-anood) pF

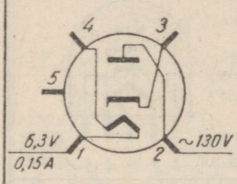
Elektronlampide ja gaastäitega lampide sokliühendused

6Д3Д — 1



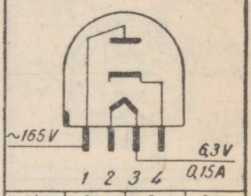
U_v	I_m	C_{ak}
200	150	2,8

6Д4Ж — 2



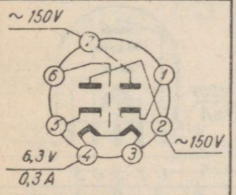
U_v	I_m	I_a	C_{ak}
365	30	4,8	1,9

6Д6А — 3



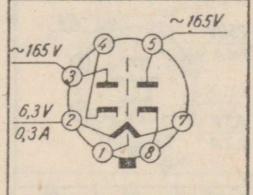
U_v	I_m	I_a	C_{ak}
450	70	9	3

6Х2П — 4



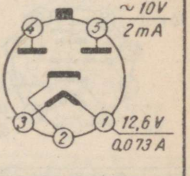
U_v	I_m	I_a	C_{ak}
450	90	18	3,8

6Х6С — 5



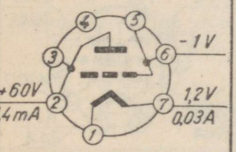
U_v	I_m	I_a	C_{ak}
465	50	16	4

12Х3С — 6



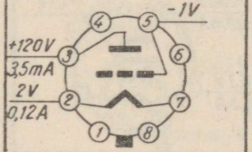
U_v	I_m	C_{ak}
100	20	0,48

1С12П — 7



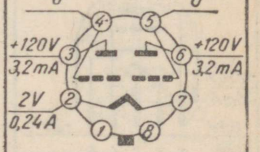
S	μ	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
0,87	16	0,85	0,75	2	0,25

УБ-240 — 8



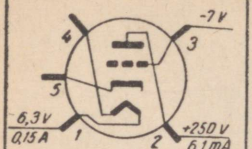
S	R_i	R_a	P_a	P_v
15	14	40	0,6	0,02

С0-243 — 9



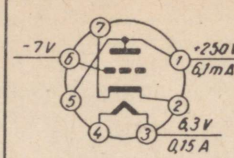
S	R_i	R_a	P_a	P_v
2,1	16	3	1,5	0,8

6С1Ж 10



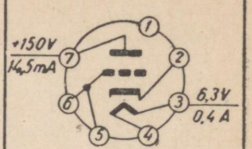
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2,2	11,6	1	0,6	1,4

6С1П 11



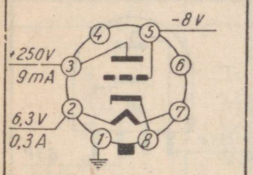
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2,3	11,6	1,4	1,1	1,4

6С2П 12



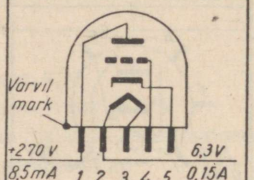
S	μ	R_i	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
12	55	50	100	5,3	4,2	0,24

6С2С 13



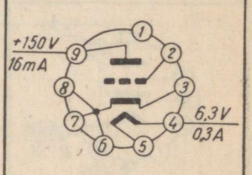
S	R_i	P_a
2,5	8	2,7

6С3Б 14



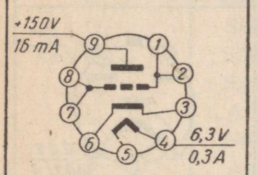
S	μ	R_i	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
2,2	14	6,4	1500	2,5	3,9	1,6	2,5

6С3П 15



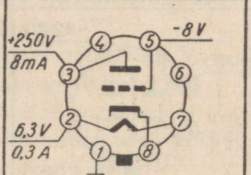
S	μ	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
19,5	50	100	6,7	1,65	2,4

6С4П 16



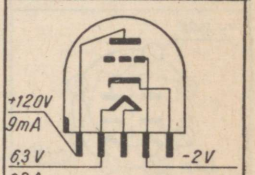
S	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
19	100	7	1,65	1,8

6С5С 17



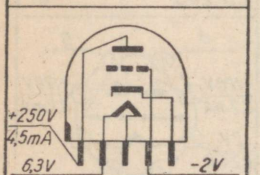
S	R_i	P_a
2,2	9	2,5

6С6Б 18



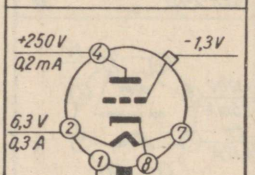
S	R_i	P_a
5	5	1,2

6С7Б 19



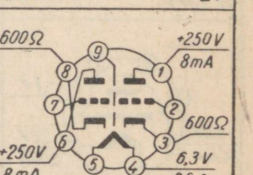
S	R_i	P_a
4,5	16,5	1,3

6Ф5 20



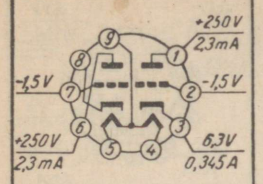
S	R_i
1,5	66

6Н1П 21



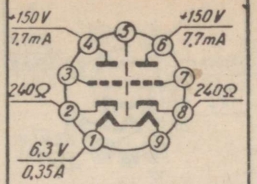
S	R_i	P_a
3,2	11	2

6Н2П — 22



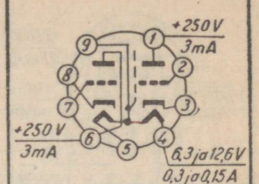
S	R_i	R_a	P_a
2	50	10	1

6Н3П — 23



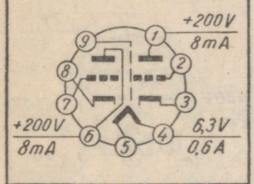
S	R_i	P_a
4,9	7,5	1,5

6Н4П — 24



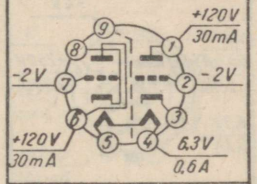
S	μ	R_i	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,85	40	26	1300	1,6	1,4	1,3

6Н5П — 25



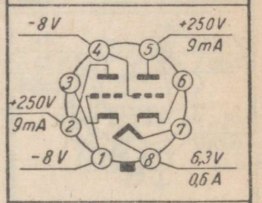
S	μ	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
3,5	27	8	3	1,5	2,25

6Н6П — 26



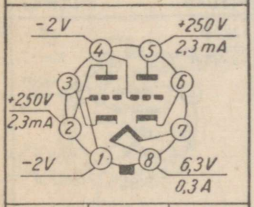
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
10,5	4,4	1,9	3

6Н8С — 27



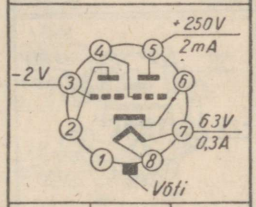
S	R_i	P_a
2,6	7,9	2,75

6Н9С — 28



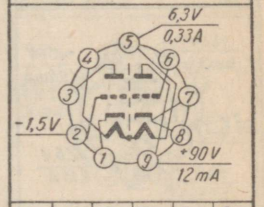
S	R_i	P_a
1,6	44	1,1

6Н10С — 29



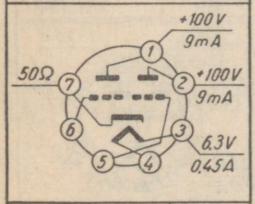
S	μ	R_i
1,325	70	53

6Н14П — 30



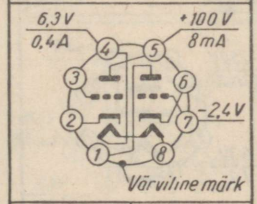
S	μ	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
6	24	4	2,3	0,45	2,3

6Н15П — 31



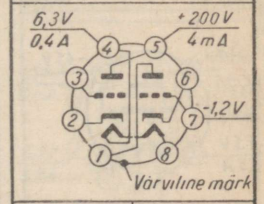
S	R_i	P_a
5,6	6,8	1,6

6Н16Б — 32



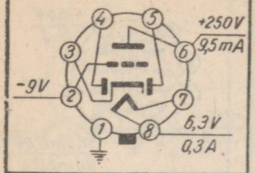
S	μ
5	25

6Н17Б — 33



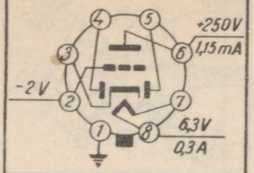
S	μ
2,5	70

6Г1 — 34



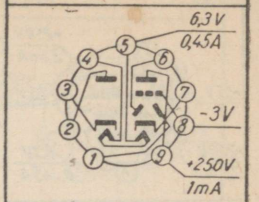
S	R_i	R_a	P_a	P_v
1,9	8,5	10	2,5	0,3

6Г2 — 35



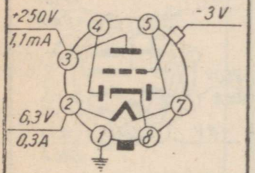
S	R_i
1,1	91

6Г3П — 36



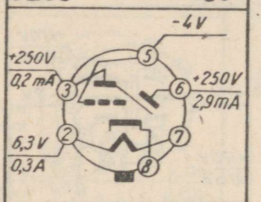
S	μ	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,3	63	2	1,25	2,3

6Г7 — 37



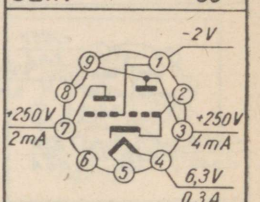
S	R_i	P_a
1,2	5,8	0,27

6Е5С — 38



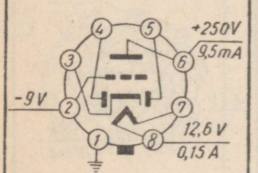
S	μ	R_a
1,2	24	1000

6Е1П — 39



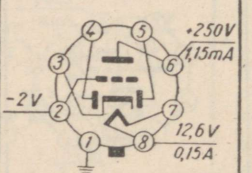
S	μ
0,5	24

12Г1 — 40



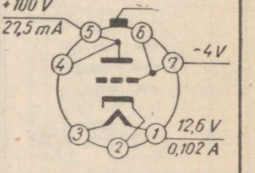
S	R_i	P_a	P_v
1,9	8,5	2,5	0,3

12Г2 — 41



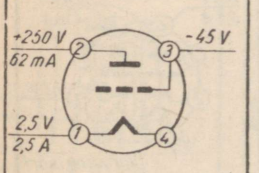
S	R_i
1,1	91

12С3С — 42



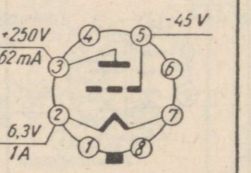
S	μ	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
3	12,5	4,17	1,55	0,65	1,15

2С4С — 43



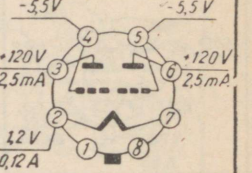
S	R_i	R_a	P_a	P_v
5,4	0,84	2,5	15	2,8

6С4С — 44



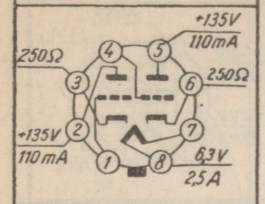
S	R_i	R_a	P_a	P_v
5,4	0,8	2,5	15	2,8

1Н3С — 45



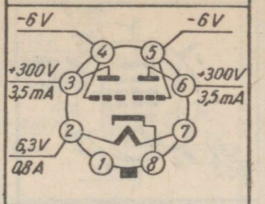
S	R_i	R_a	P_a	P_v
0,8	13,7	7	1	0,4

6Н5С 46



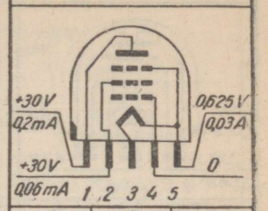
S	R_i	P_a
6,7	0,46	13

6Н7С 47



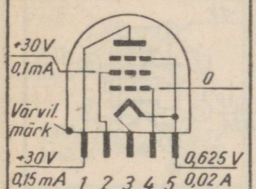
S	R_i	R_a	P_a	P_v
1,6	22	16	6	4,2

6П2Б 48



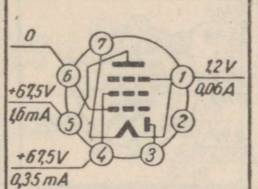
S	R_i	R_a
0,17	500	1000

6,6Ж6Б 49



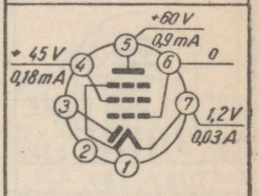
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
0,11	900	5	3	0,3	0,008

1Б1П 50



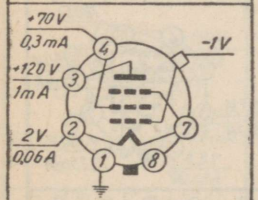
S	R_i
0,62	600

1Б2П 51



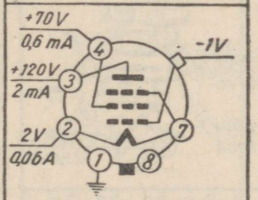
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
0,55	1000	1,85	2,1	0,27	0,008

2Ж2М 52



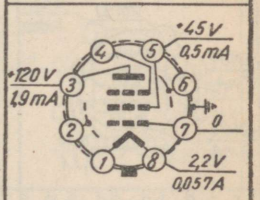
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,8	1500	5,8	8	0,02

2К2М 53



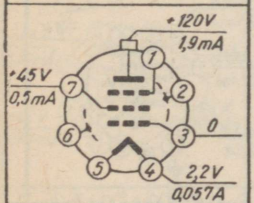
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,95	1000	5,8	8	0,02

2Ж27П 54



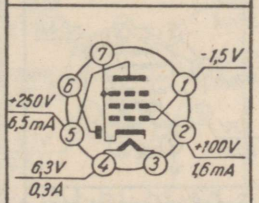
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,25	7000	5,3	4,9	0,015

2Ж27П 55



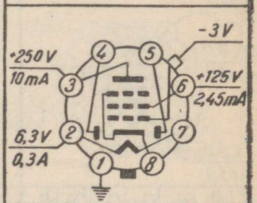
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1	1600	3	2	0,015

6Б2П 56



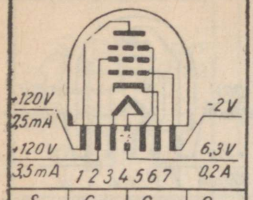
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2	700	4,2	4,1	0,008

6Б8С 57



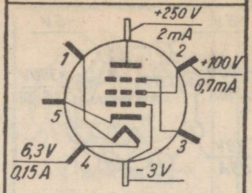
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,35	4	9	0,008

6Ж1Б 58



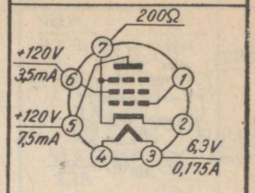
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,8	4,8	3,8	0,03

6Ж1Ж 59



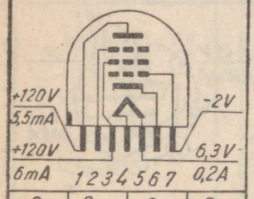
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,4	1400	3,4	3	0,007

6Ж1П 60



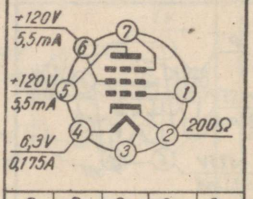
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
5,2	300	4	2,1	0,02

6Ж2Б 61



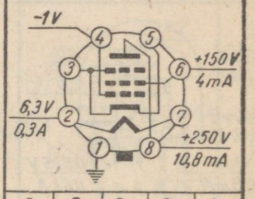
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
3,2	4,9	4,1	0,03

6Ж2П 62



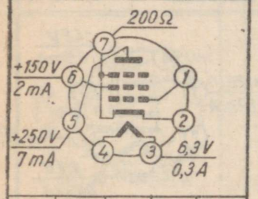
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
3,5	75	4,1	2,2	0,02

6Ж3 63



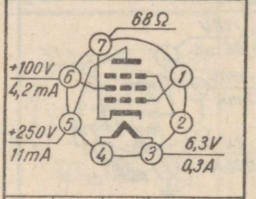
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,9	900	8,5	7	0,003

6Ж3П 64



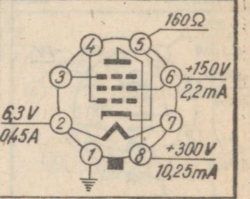
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
5	500	6,5	1,8	0,025

6Ж4П 65



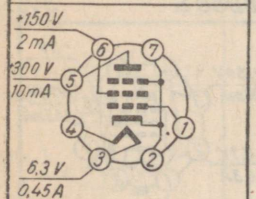
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,4	1500	5,5	5	0,003

6Ж4 66



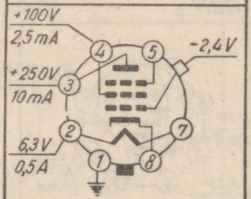
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
9	1000	11	5	0,015

6Ж5П 67



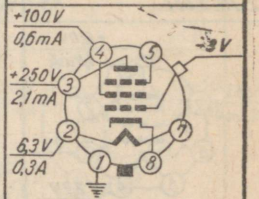
S	R_i	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
9	500	160	10	2,5	0,04	3,6

6Ж6С 68



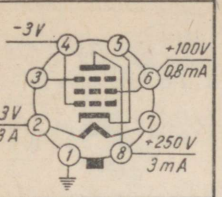
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
7,5	2000	9,5	6,2	0,03

6Ж7 69



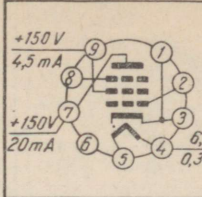
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,2	1000	7	12	0,005

6Ж8 — 70



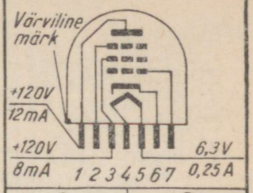
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,65	1500	6	7	0,005

6Ж9П — 71



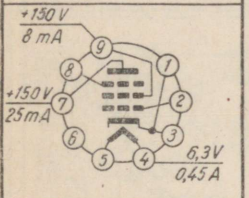
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{fk}
22	150	8,8	3,4	5,5

6Ж10Б — 72



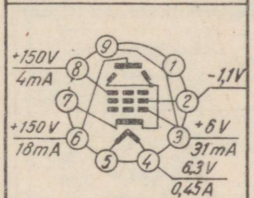
S	R_k
4,5	100

6Ж11П — 73



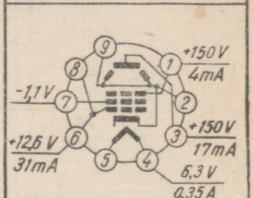
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
28	14,5	4,5	0,04

6Ж20П — 74



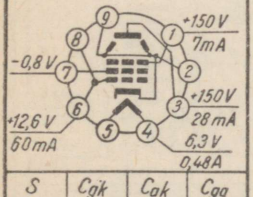
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
17	8,5	2,5	0,03

6Ж21П — 75



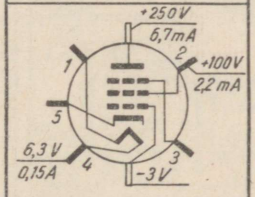
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
17	5	1,8	0,03

6Ж22П — 76



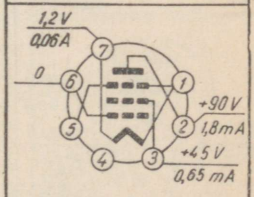
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
30	8,5	2,4	0,04

6К1Ж — 77



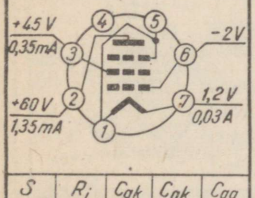
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,8	800	3	3,5	0,01

1К1П — 78



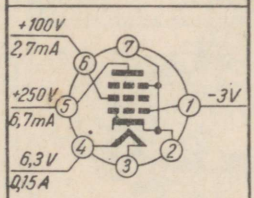
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,75	750	3,5	7,5	0,01

1К2П — 79



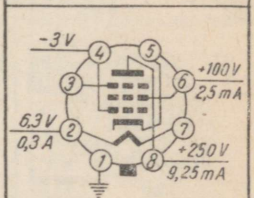
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,7	1500	3	4,9	0,01

6К1П — 80



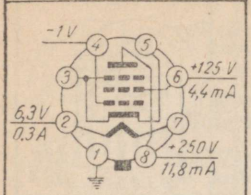
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,8	450	3,4	3	0,01

6К3 — 81



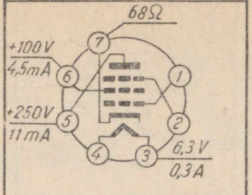
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2	800	6	7	0,003

6К4 — 82



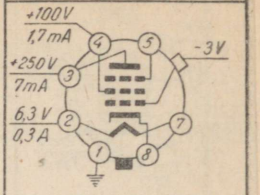
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,7	900	8,5	7	0,005

6К4П — 83



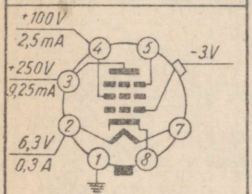
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,4	1500	5,5	5	0,003

6К7 — 84



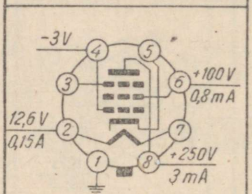
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,45	1000	7	12	0,005

6К9С — 85



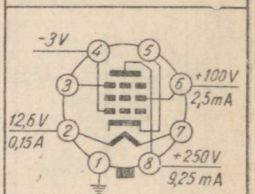
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2	800	4,7	11	0,005

12Ж8 — 86



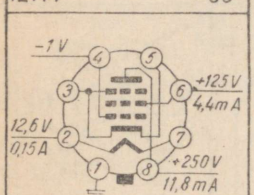
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,65	1500	6	7	0,005

12К3 — 87



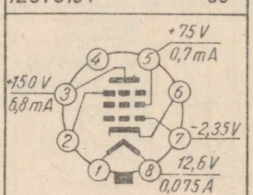
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
2	800	6	7	0,003

12К4 — 88



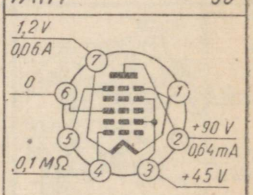
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
4,7	900	8,5	7	0,005

12ЖС1Л — 89



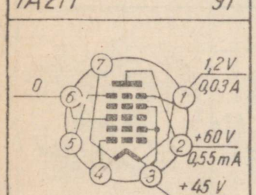
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
1,5	1000	4	4,2	0,007

1А1П — 90



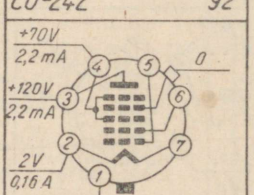
S_{mt}	S_o	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,16	0,82	7	7	0,4

1А2П — 91



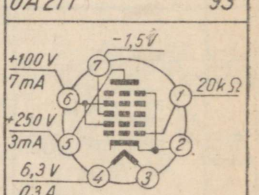
S	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	S_o
0,19	1500	5,4	6	0,4	0,82

СО-242 — 92



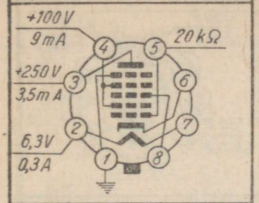
S_{mt}	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,42	150	9,6	11,4	0,45

6А2П — 93



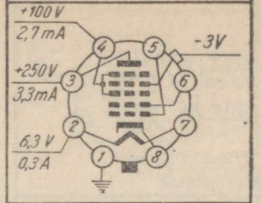
S_{mt}	S_o	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,47	6	100	7	8,6	0,3

6A7 — 94



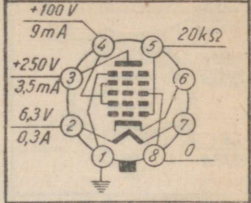
S_{mt}	S_o	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,45	4,7	1000	9	10	0,13

6A8 — 95



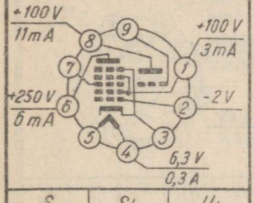
S_{mt}	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,55	340	12,5	12,5	0,06

6A10C — 96



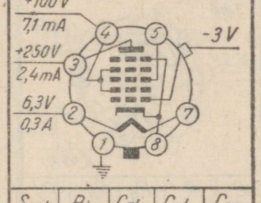
S_{mt}	S_o	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,45	4,7	300	9	10	0,13

6И1П — 97



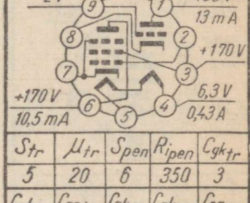
S	S_{tr}	μ_{tr}
2,3	3,7	24

6Л7 — 98



S_{mt}	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,38	1000	7,5	11	0,01

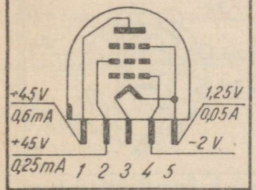
6Ф1П — 99



S_{tr}	μ_{tr}	S_{pen}	R_{ipen}	C_{gktr}
5	20	6	350	3

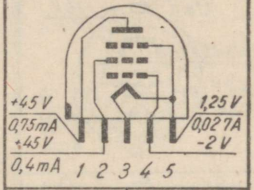
C_{aktr}	C_{gatr}	C_{gkpen}	C_{akpen}	C_{gapen}
0,5	2	5	3,4	0,025

1П26 — 100



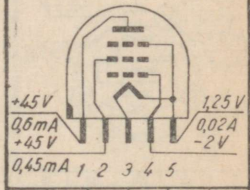
S	R_i	R_a	P_v
0,5	360	50	0,01

1П36 — 101



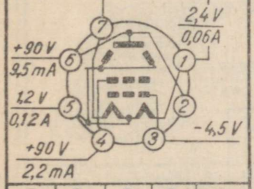
S	P_a
0,425	0,0045

1П46 — 102



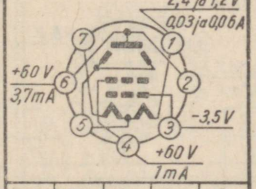
S	R_i	R_a	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
0,4	350	500	6	3	0,3

2П1П — 103



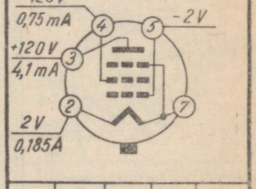
S	R_i	R_a	P_a	P_v
2	100	10	0,85	0,21

2П2П — 104



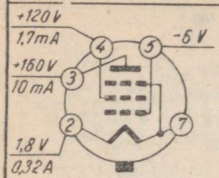
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_v
0,9	3,7	3,8	0,4	0,09

CO-244 — 105



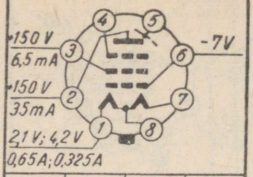
S	R_i	R_a	P_a	P_v
1,8	150	30	1,5	0,13

СО-258 — 106



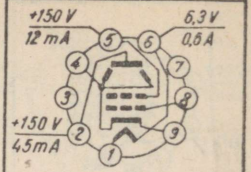
S	R_i	R_a	P_a	P_v
2	80	20	2	0,45

4П1Л — 107



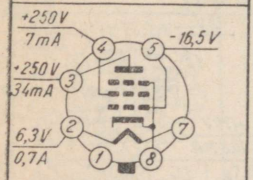
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}
6	8,5	9,4	0,1

6Э5П — 108



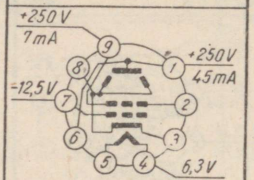
S	C_{gk}	C_{ak}	C_{fk}	R_k
31	16	23	8,5	120

6Ф6С — 109



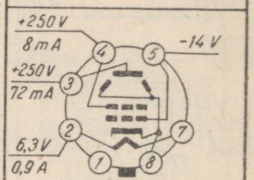
S	R_i	R_a	P_a	P_v
2,5	78	7	10	3,2

6П1П — 110



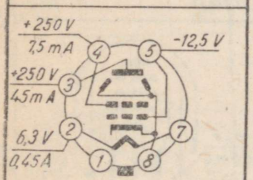
S	R_i	R_a	P_a	P_v
4,5	50	5	12	3,8

6П3С — 111



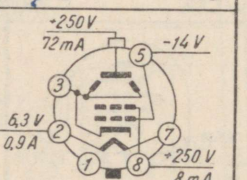
S	R_i	R_a	P_a	P_v
6	30	2,5	21	5,4

6П6С — 112



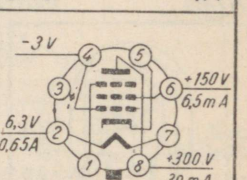
S	R_i	R_a	P_a	P_v
4,1	52	5	13,2	3,6

6П7С — 113



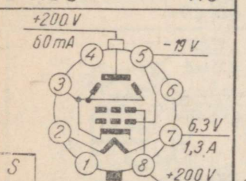
S	R_i	P_a
5,9	32,5	20

6П9 — 114



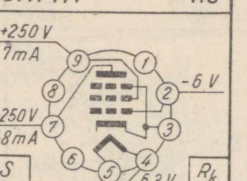
S	R_i	R_a	P_a	P_v
11,7	130	10	9	2,4

6П13С — 115



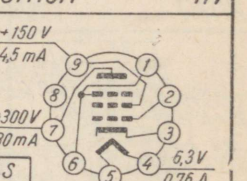
S					
8,5					
μ	R_i	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
213	25	18,5	6,5	0,5	14

6П14П — 116



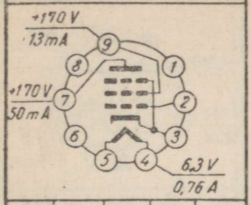
S					R_k
11					120
R_i	μ	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_v
20	228	11	7	0,2	5,4

6П15П — 117



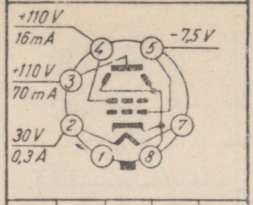
S					
14,7					
R_i	R_k	C_{gk}	C_{ak}	C_{ga}	P_a
100	75	135	7	0,07	12

6П18П — 118



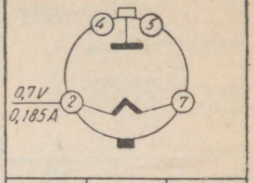
R_k	G_{gk}	C_{ak}	C_{go}	P_a
110	11,5	6	0,2	12

30П1С — 119



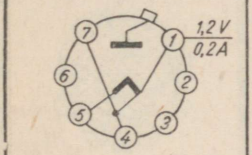
S	R_i	R_a	$P_{a.}$	P_{ν}
10	9	1,8	7	1,6

1Ц1С — 120



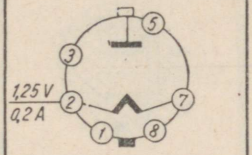
U_v	I_m	I_a
15000	1	0,5

1Ц11П — 121



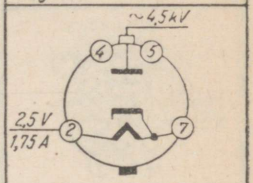
U_v	I_m	I_a
20000	2	0,3

1Ц7С — 122



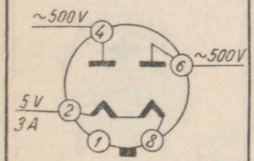
U_v	I_m	I_a
15000	1	0,5

2Ц2С — 123



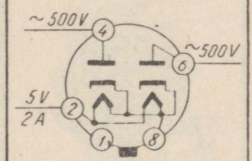
U_v	I_m	I_a
12500	100	7

5Ц3С — 124



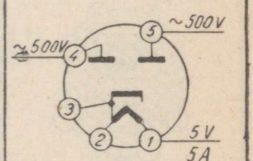
U_v	I_m	I_a
1700	750	250

5Ц4С — 125



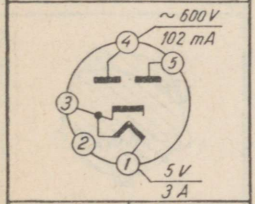
U_v	I_m	I_a
1350	375	125

5Ц8С — 126



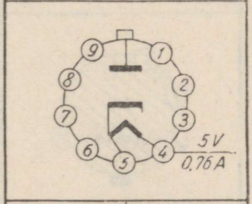
U_v	I_m	I_a
1700	1200	400

5Ц9С — 127



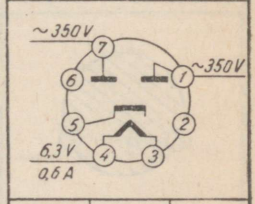
R_i	U_v
0,3	1700

5Ц12П — 128



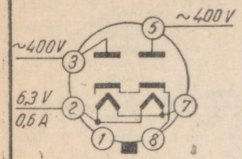
U_v	I_a
5000	50

6Ц4П — 129



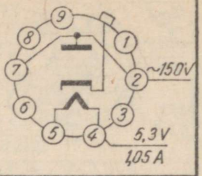
U_v	I_m	I_a
1000	300	75

6Ц5С 130



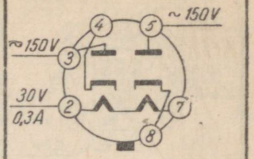
U_V	I_m	I_a
137,5	210	75

6Ц10П 131



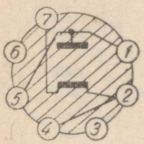
U_V	I_a	R_i
4500	120	0,1

30Ц6С 132



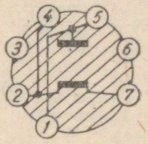
U_V	I_m	I_a
500	500	120

СГ-1П 133



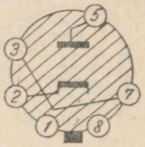
U_S	U_{st}	I_{st}
180	150	5...30

СГ-2П 134



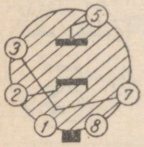
U_S	U_{st}	I_{st}
133	110	5...30

СГ-2С 135



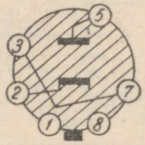
U_S	U_{st}	I_{st}
105	75	5...30

СГ-3С 136



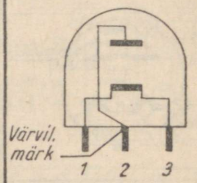
U_S	U_{st}	I_{st}
127	105	5...30

СГ-4С 137



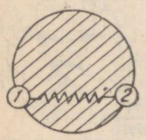
U_S	U_{st}	I_{st}
180	150	5...30

СГ-5Б 138



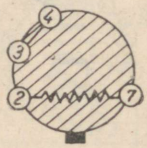
U_S	U_{st}	I_{st}
180	150	5...10

0,2Б12-18 139



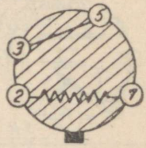
U_{st}	I_{st}
12...18	248...263

0,3Б17-35 140



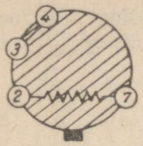
U_{st}	I_{st}
17...35	275...325

0,3Б65-135 141



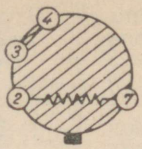
U_{st}	I_{st}
65...135	275...325

0,425Б5,5-12 — 142



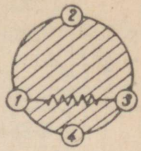
U_{st}	I_{st}
5,5...12	415...435

0,85Б5,5-12 — 143



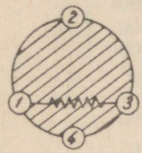
U_{st}	I_{st}
5,5...12	830...870

1Б5-9 — 144



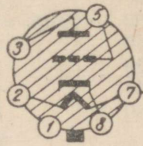
U_{st}	I_{st}
5...9	1000

1Б10-17 — 145



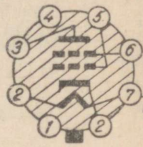
U_{st}	I_{st}
10...17	1000

ТГ1-0,1/0,3 — 146



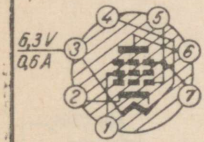
U_m	U_v	I_a	I_m
300	300	75	300

ТГ1-0,1/1,3 — 147



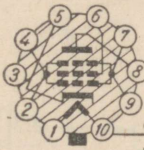
U_s	U_m	U_v	I_a	I_m
25	650	1300	100	500

ТГ3-0,1/1,3 — 148



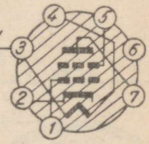
U_s	U_m	U_v	I_a	I_m
30	650	1300	100	500

ТГ1-1/0,8 — 149



U_s	U_m	U_v	I_a	I_m
50	420	800	1000	6000

ТГ1-0,02/0,5 — 150

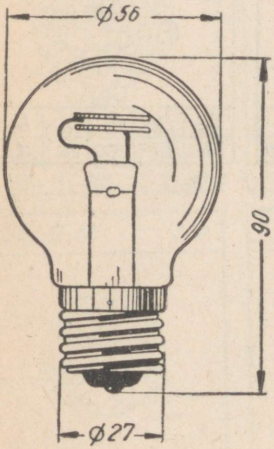


U_s	U_m	U_v	I_a	I_m
30	500	500	20	120

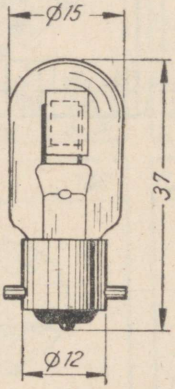
Neoon-huumlambid

Tüüp	Vooluliik	Süütepinge V	Suurim vool mA	Tööiga tundides	Joonise nr.
СН1	Vahelduv	150	20	1000	1
СН2	„	82	30	1000	1
МН3	Alaline	65	1	300	2
МН4	„	80	2	500	2
МН5	Vahelduv	150	0,2	200	3
МН6	Alaline	90	0,8	100	4
МН7	„	87	2	200	5
МН8	„	85	1	200	6
МН11	„	85	5	100	7
ПН1	„	200	1	300	8
ФН2	Vahelduv	140	1	100	9
ВМН1	„	160	2	—	10
УВН1	„	550	—	—	11
ПН3	Alaline	90	0,5	300	8

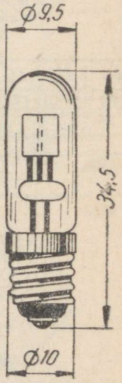
Huumlampide väliskuju ja mõõtmed



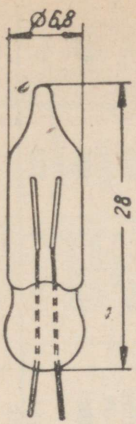
1



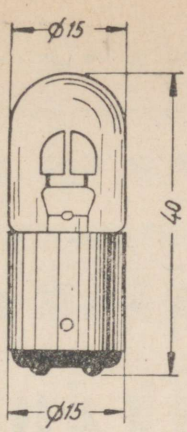
2



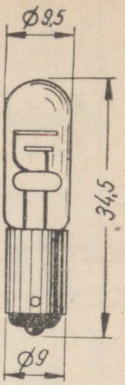
3


Ø6,8
28

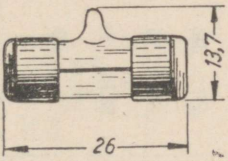
4

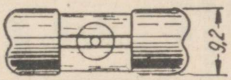

Ø15
40
Ø15

5

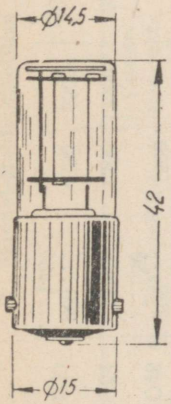

Ø9,5
34,5
Ø9

6

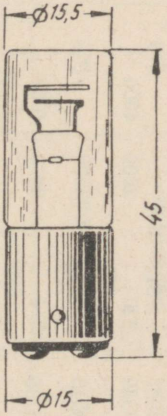

13,7
26


9,2

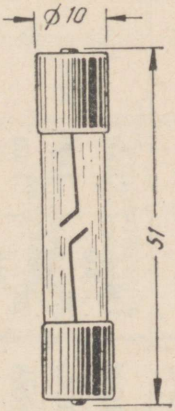
9


Ø14,5
42
Ø15

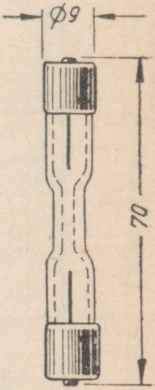
7


Ø15,5
45
Ø15

8


Ø 10
51

10


Ø9
70

11

Elektrostaatilise teravustuse ja hälvitusega katoodkiiretorud

(küttepinge 6,3 V ja -vool 0,6 A)

Tüüp	Pinged anoodidel V					Modulaatori negatiivne pinge V	Ekraani värvus	Suurim pikkus mm	Suurim läbimõõt mm	Sokkel
	I	II	III	IV	V					
5ЛО38	138 300	1000				30 ... 90	roheline	194	53	1
7ЛО55	80 180	1100	2000			38 ... 114	roheline	190	70	2
8ЛО29	280 516	1500				22,5 ... 67,5	roheline	261	78	3
8ЛО30	300 517	1500				22,5 ... 67,5	roheline	273	78	4
8ЛО39	320 480	2000	4000			30 ... 90	kollakas-oranž	274	78	5
10ЛО43	400 700	2000				30 ... 90	roheline	415	102	6
13ЛО36	374 690	2000	4000			30 ... 95	kollakas-oranž	435	135	5
13ЛО37	302 518	1500	3000			22,5 ... 71	roheline	435	135	5
13ЛО48	300 550	1500				30 ... 90	roheline	410	135	6
13ЛО54	1100	1500	3500	6000	8000		kollakas-oranž	435	135	7
31ЛО33	800 1480	4300	5500			80 ... 200	kollakas-oranž	572	307	5

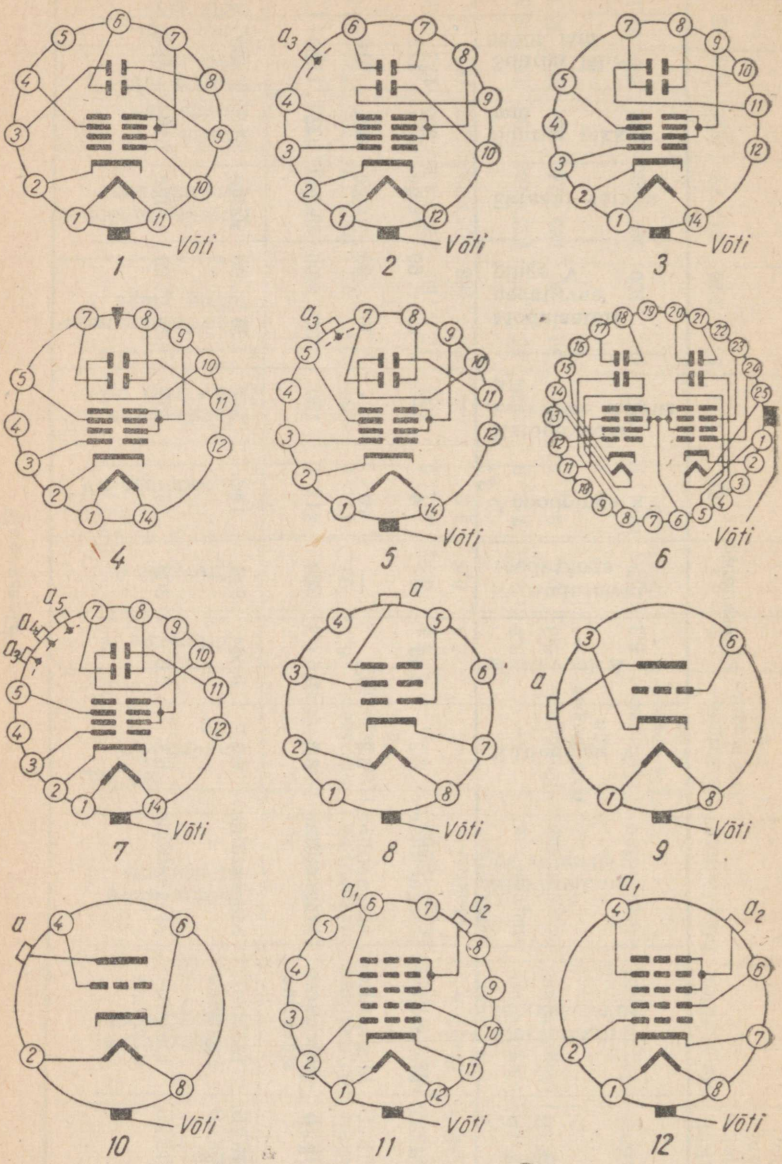
Magnet-elektrostaatilise teravustuse ja magnetilise hälvitusega katoodkiiretorud

(küttepinge 6,3 V ja -vool 0,6 A)

Tüüp	Elektronkiire teravustus-viis	Kiiren-duselekt-roodi pinge V	Anood-pinge kV	Modulaa-tori nega-tiivne pinge V	Ekraani värvus	Suurim pikkus mm	Suurim läbi-mõõt mm	Sokkel
13ЛМ31	Magnetiline	250	4	25 . . . 70	kollakas-oranž	293	127,5	8
13ЛМ56	Magnetiline-elektrostaatiline	250	4	25 . . . 70	roheline	293	127,5	8
13ЛМ57	Magnetiline-elektrostaatiline	250	4	25 . . . 70	roheline	293	127,5	8
13ЛМ58	Magnetiline-elektrostaatiline	250	4	25 . . . 70	oranž	293	127,5	8
18ЛМ35	Magnetiline	250	4	25 . . . 70	kollakas-oranž	347	179	8
23ЛМ34	Magnetiline	250	4	25 . . . 70	kollakas-oranž	457	231	8
31ЛМ32	Magnetiline	250	4	25 . . . 70	kollakas-oranž	536	310	8

Tüüp	Elektronkiire teravustusviis	Elektronkiire hälvitusviis	Joonipüüdja tüüp	Küttepinge V	Küttevool A	Anoodpinge kV	Maksimaalne kiire vool μA	Modulaatori negatiivne pinge V	Kujutise mõõtmed ekraanil mm	Suurim pikkus mm	Suurim läbimõõt mm	Kaela läbimõõt mm	Sokkel
18ЛК4Б	Magnetiline	Magnetiline	Sektoriline	6,3	0,6	4 . . . 6	150	15 . . . 60	100×135	355	172	33,5	9
18ЛК5Б	Magnetiline	Magnetiline	Korrigeeriva magnetiga	6,3	0,55	4 . . . 6	100	25 . . . 75	100×135	355	172	33,5	9
18ЛК15	Magnetiline	Magnetiline	—	6,3	0,55	4 . . . 6	100	15 . . . 60	100×135	355	172	33,5	9
18ЛО40Б	Elektrostaatiline	Elektrostaatiline	—	6,3	0,6	1,6 2,1	—	72 . . . 168	105×140	378	181	—	3
23ЛК1Б	Magnetiline	Magnetiline	—	6,3	0,55	7 . . . 9	100	35 . . . 75	135×180	395	235	36,5	10
31ЛК1Б	Magnetiline	Magnetiline	Korrigeeriva magnetiga	6,3	0,6	8 . . . 12	150	30 . . . 80	180×240	485	310	36,5	10
40ЛК1Б	Magnetiline	Magnetiline	Korrigeeriva magnetiga	6,3	0,53	12 . . . 13	100	40 . . . 100	240×320	485	406	37,5	9
10ЛК2Б (projektsioonitoru)	Magnetiline	Magnetiline	Korrigeeriva magnetiga	1,5	2,5	22	200	50 . . . 120	54×72	320	100	35	

Tüüp	Elektronkiire teravustusviis	Elektronkiire hälvitusviis	Küttepinge V	Küttevool A	Kiirenduselektroodi pinge V	Anoodpinge kV	Katoodvoolu keskmine suurus µA	Modulaatori negatiivne pinge V	Ekraani värvus	Suurim pikkus mm	Suurim läbimõõt mm	Sokkel
18ЛК7Б	Magnetiline	Magnetiline	6,3	0,56	—	4	—	15 . . . 60	valge	355	172	9
31ЛК2Б	Magnetiline	Magnetiline	6,3	0,6	—	10	—	30 . . . 80	valge	485	310	9
35ЛК2Б	Elektrostaatiline	Magnetiline	6,3	0,6	300	12	150	30 . . . 90	valge	445	350	12
43ЛК2Б, 43ЛК3Б	Elektrostaatiline	Magnetiline	6,3	0,66	300	14	—	30 . . . 90	valge	510	430	11
53ЛК2Б	Elektrostaatiline	Magnetiline	6,3	0,6	300	16	150	30 . . . 90	valge	610	530	11


Võti
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Germaanium-punktdioodid

Tüüp	Kasutusala	Maksimaalne vastupinge amplituud V	Minimaalne läbilöögipinge V	Minimaalne pärivool pingel +1 V mA	Maksimaalne vastuvool mitmesugustel tööpingetel		Maksimaalne alaldatud vool mA
					pinge V	vool mA	
ДГ-Ц1	Sagedus- ja amplituudmoduleeritud kujutisekanalid, AVR, diskriminaator, teine detektor	50	60	2,0	—50	1	16
ДГ-Ц2	Sama	50	75	5,0	—50	0,5	16
ДГ-Ц3	Alaliskomponendi taastaja, piiraja	50	75	2,5	—50	0,1	16
ДГ-Ц4	Teine detektor, AVR	75	100	5	—75	0,8	16
ДГ-Ц5	Alaliskomponendi taastaja, piiraja	75	100	1,5	—75	0,25	16
ДГ-Ц6	Suunaja	100	125	2,5	—100	0,8	16
ДГ-Ц7	Suunaja, piiraja, alaliskomponendi taastaja	100	125	1,0	—100	0,25	16
ДГ-Ц8	Mõõtelülitused, tasemeindikaatorid	30	50	10	—30	0,5	25
ДГ-Ц9	AVR, diskriminaator, teine detektor	30	45	10	—10	0,1	16
ДГ-Ц10	Sama	30	45	5	—10	0,06	16
ДГ-Ц12	Mõõtelülitused, kujutisedetektor, AVR, teine detektor	30	45	5	—10	0,5	16
ДГ-Ц13	Mõõtelülitused, diskriminaator, AVR	30	45	1,0	—10	0,25	16
ДГ-Ц14	Mõõtelülitused, piiraja, alaliskomponendi taastaja	50	75	2,0	—50	1,0	16
ДГ-Ц15	Suunaja	150	170	1,5	—150	0,8	8
ДГ-Ц16	Suunaja	150	180	15	—150	0,25	8
ДГ-Ц17	Suunaja	150	220	15	—200	0,8	8
Д2А	Mõõtelülitused	+10	15	⩽50	—7	0,25	50
Д2Б	Kujutusekanalid, AVR, diskriminaator, teine detektor	30	45	5—10	—10	0,1	16
Д2В	Mõõtelülitused, tasemeindikaatorid	40	60	⩽10	—30	0,25	25
Д2Г	Mõõtelülitused, alaliskomponendi taastaja, piiraja	75	100	2—5	—50	0,25	16
Д2Д	Teine detektor, AVR, suunaja	75	100	5—10	—50	0,25	16
Д2Е	Suunaja	125	150	5—10	—100	0,25	16
Д2Ж	Suunaja	175	200	2—10	—150	0,25	8

Germaanium-pinddioodid vahelduvvoolu alaldamiseks

Tüüp		Alaldatud vool mA	Maksimaalne vastupinge keskkonna mitmesugusel temperatuuril			Rakendatud vahelduvpinge 20° juures V	Päripingelang alaldatud nimivoolu korral V	Vastuvool nimipingel mA	Töösageduse kõrgeim piir kHz
			20°	50°	70°				
ДГ-Ц21	Д7А	300	50	35	—	35	0,5	0,5	50
ДГ-Ц22	Д7Б	300	100	65	20	70	0,5	0,5	50
ДГ-Ц23	Д7В	300	150	90	37	105	0,5	0,5	50
ДГ-Ц24	Д7Г	300	200	120	56	140	0,5	0,5	50
ДГ-Ц25	Д7Д	100	300	200	80	210	0,3	0,3	50
ДГ-Ц26	Д7Е	100	350	235	100	350	0,3	0,3	50
ДГ-Ц27	Д7Ж	100	400	285	120	400	0,3	0,3	50

Sentimeeterlainete germaaniumdioodsegustid

Tüüp	Nimilainepikkus cm	Muunduskaod dB	Mürategur dB	Alaldatud vool mA	Nimiväljetakistus Ω	Pinge seisevlaine tegur
ДГ-С1	9,8	8,5	3	0,4	400	3,5
ДГ-С2	9,8	6,5	3	0,4	400	3
ДГ-С3	3,2	8,5	3	0,4	400	3,5
ДГ-С4	3,2	6,5	3	0,4	400	3

Sentimeeterlainete ränidioodsegustid

Tüüp	Nimi-laine-pikkus cm	Muundus-kaod dB	Mürategur dB	Maksimaal-ne vastu-vool pingel 1 V µA
ДК-С1	9,8	8,5	2,7	150
ДК-С2	9,8	6,5	2	250
ДК-С3	3,2	8,5	2,7	150

Sentimeeterlainete räni-vastuvõtudioodid

Tüüp	Kasutusala	Nimi-laine-pikkus cm	Tundlik-kus voolu järgi võimsu-sel 20 µW A/W	Välje-takistus pingel alla 5 mV kΩ	3 sek. jooksul katsetatud suu-rim perioodi-liste pulsside võimsus mW
ДК-В1	Otsevõimendus-vastuvõtjate sisendseadistes	9,8	0,8	15	200
ДК-В2	Sama	9,8	1,2	10	100
ДК-В3	„	3,2	0,4	15	200
ДК-В4	„	3,2	0,8	10	100
ДК-В5	„	9,8	0,8	10	200
ДК-В6	„	9,8	0,8	5 . . . 25	200
ДК-В7	„	3,2	0,4	10	200

Germaanium-punkttrioodid

Tüüp	Kasutusala	Emitterivool mA	Kollektoripinge V	Sisendtakistus Ω	Tagasisidetakistus Ω	Väljetakistus kΩ	Vooluvõimendustegur	Vooluvõimendustegur piirsagedusel	Võimsusevõimendustegur dB	Pingevõimendustegur	Emitteri suurim vool mA	Kollektori suurim vool mA	Kollektori suurim pinge V	Kollektori kaovõimsus mW
С3А (С1А)	Võimendajana kuni 500 kHz .	0,3	—20	750	200	7	1,2	1,0	15—19	—	10	10	—40	100
С3Б (С1Б)	Võimendajana kuni 500 kHz .	0,3	—20	750	200	7	1,5	1,2	18—22	50	10	6	—40	50
С3В (С1В)	Võimendajana kuni 1,5 MHz .	0,3	—20	750	200	7	1,5	1,2	15—19	—	10	10	—40	100
С3Г (С1Г)	Võimendajana kuni 1,5 MHz .	0,3	—20	750	200	7	1,5	1,2	18—22	50	10	6	—40	50
С3Д (С1Д)	Võimendajana kuni 5 MHz . .	0,3	—20	750	200	7	1,5	1,2	15—22	30	10	6	—40	50
С3Е (С1Е)	Võimendajana kuni 10 MHz . .	0,3	—20	750	200	7	1,5	1,2	⩾15	30	10	6	—40	50
С4А (С2А)	Ostsillaatorina kuni 500 kHz .	0,3	—10	1500	1000	7	1,5	1,2	—		10	10	—30	100
С4Б (С2Б)	Ostsillaatorina kuni 1,5 MHz .	0,3	—10	1500	700	7	1,6	1,5	—	—	10	6	—20	50
С4В (С2В)	Ostsillaatorina kuni 5 MHz . .	0,3	—10	1500	1000	7	1,6	1,5	—	—	10	6	—20	50
С4Г (С2Г)	Ostsillaatorina kuni 10 MHz .	0,3	—10	1500	1000	7	1,6	1,5	—	—	10	6	—20	50

П1-tüüpi pingevõimenduse germaanium-pindtrioodid

Tüüp	Ülemine piirsagedus kHz	Kollektori takistus MΩ	Baasi takistus Ω	Vooluvõimendustegur piirsagedusel	Võimsusevõimendustegur dB	Mürategur dB	Kollektori vastuvool lahtiühendatud emitteri puhul μA	Kollektori mahtuvus pF
П1А	100	⩾ 0,3	—	⩾ 0,9	30	—	⩽30	—
П1Б	100	0,5 ... 1,2	400	0,93 ... 0,97	33	35	⩽30	—
П1В	100	⩾ 1,0	400	0,93 ... 0,97	37	35	⩽15	—
П1Г	100	⩾ 0,5	600	⩾ 0,96	37	—	⩽30	—
П1Д	100	⩾ 0,5	600	⩾ 0,94	33	18	⩽15	—
П1Е	465	—	1000	⩾ 0,94	30	35	⩽30	60
П1Ж	1000	—	1500	⩾ 0,95	35	35	⩽20	40
П1И	1600	⩾ 0,5	1500	⩾ 0,95	30	35	⩽20	35

П6-tüüpi pingevõimenduse germaanium-pindtrioodid

Tüüp	Ülemine piirsagedus	Emitterivool mA	Kollektoripinge V	Sisendtakistus Ω	Vooluvõimendustegur	Võimsusevõimendustegur dB	Mürategur dB	Kollektori ülemineku-mahtuvus pF	Suurimad lubatud väärtused			
									Emitterivool mA	Kollektorivool mA	Kollektoripinge V	Kollektori kaovõimsus mW
П6А	500	1,0	—5	40	0,92	35	22	40	10	10	—30	150
П6Б	1000	1,0	—5	40	0,92	38	22	40	10	10	—30	150
П6В	1000	1,0	—5	40	0,955	39	22	40	10	10	—30	150
П6Г	1000 2500	1,0	—5	40	0,98	40	22	40	10	10	—30	150
П6Д	1000	1,0	—5	40	0,92	38	<12	40	10	10	—30	150

П5-tüüpi helisagedusvõimenduse germaanium-pindtrioodid

Tüüp	Emitterivool mA	Kollektoripinge V	Sisendtakistus Ω	Vooluvõimendustegur	Kollektori vastuvool mA	Piirsagedus MHz	Suurimad lubatud väärtused: Emitterivool mA	Kollektorivool mA	Kollektoripinge V	Kollektori kaovõimsus mW
П5А	1	2	40	$\geqslant 0{,}93$	30	0,1	10	10	10	25
П5Б	1	2	40	0,95 ... 0,975	15	0,3	10	10	10	25
П5В	1	2	40	0,97 ... 0,995	15	0,5	10	10	10	25
П5Г	1	2	40	0,97 ... 0,995	15	0,5	10	10	10	25
П5Д	1	2	40	0,95 ... 0,975	10	0,3	10	10	10	25

П8, П9, П9А, П10 ja П11 tüüpi pingevõimenduse germaanium-pindtrioodid
(kasutatavad trafosidestusega vastastaktlülitustes)

Tüüp	Elektrilised parameetrid: Vooluvõimendustegur lühistatud välje puhul mitte alla	Suurim võimendussagedus kHz	Kollektori vastuvool mitte üle μA	Pingetagasisidestuse tegur mitte üle	Väljejuhtivus katkestatud väljega mitte üle $\frac{1}{\mu\Omega}$	Kollektori mahtuvus mitte üle pF	Mürategur mitte üle dB
П 8	0,9	100	30	$5 \cdot 20^{-3}$	3,3	65	—
П 9	0,9	465	15	$6 \cdot 10^{-4}$	2	65	39
П 9А	0,94	465	15	$6 \cdot 10^{-4}$	2	60	12
П 10	0,94	1000	15	$6 \cdot 10^{-4}$	2	60	33
П 11	0,94	1600	15	$6 \cdot 10^{-4}$	2	60	33

Difusioon-germaanium-pindtrioodid
(kasutatavad kõrgsagedusgeneraatorite ja -võimendajatena)

Tüüp	Elektrilised parameetrid				Maksimaalväärtused		
	Vooluvõimendustegur	Genereerimise piirsagedus MHz	Kollektori mahtuvus pF	Kollektori vastuvool µA	Kollektorivool mitte üle mA	Kollektoripinge V	Kollektori kaovõimsus mW
П 401	0,96	30	15	10	10	—10	100
П 402	0,96	60	10	5	10	—10	100
П 403	0,96	120	6	5	10	—10	100

П201, П201А, П202 ja П203 tüüpi germaanium-pindtrioodid
(kasutatavad madalsagedus-võimsusvõimendajate ja pingekõrgendajatena)

Tüüp	Elektrilised parameetrid							Maksimaalväärtused		
	Vooluvõimendustegur mitte alla	Kollektori vastuvool mA	Vooluvõimendustegur sagedusel kHz		Kollektor-emitteri suurim lubatud pinge mitte alla V	Kollektorbaasi suurim lubatud pinge mitte alla V	Emitterkollektori suurim pingelang mitte üle V	Kollektoripinge ühise baasiga skeemides V	Kollektoripinge ühise emitteriga skeemides V	Kollektorivool A
			100	200						
П 201	20	0,4	0,7		22	30	—	—30	—22	1,5
П 201А	40	0,4		0,7	22	30	0,5	—30	—22	1,5
П 202	20	0,4		0,7	30	45	0,5	—45	—30	1,5
П 203	—	0,4		0,7	30	60	0,5	—60	—30	1,5

Räni-pindtrioodid

Tüüp	Elektrilised parameetrid				Maksimaalväärtused			
	Vooluvõimendustegur mitte alla	Vooluvõimenduse piirsagedus mitte alla kHz	Väljejuhtivus mitte üle $\frac{1}{\mu\Omega}$	Müra-tegur mitte üle dB	Jahutusseadmeta kollektori kaovõimsus mW	Kollektoripinge V	Kollektorivool mA	Emitterivool mA
П 101	0,9	200	3,3	—	150	+20	20	20
П 101А	0,9	200	3,3	18	150	+10	20	20
П 102	0,93	465	2,0	—	150	+10	20	20
П 103	0,9	1000	3,3	—	150	+10	20	20

П13, П13А, П13Б, П14 ja П15 tüüpi pingevõimenduse germaanium-pindtrioodid

Tüüp	Elektrilised parameetrid						
	Kollektori vastuvool mitte üle µA	Emitteri vastuvool mitte üle µA	Väljejuhtivus mitte üle $\frac{1}{\mu\Omega}$	Vooluvõimendustegur mitte alla	Pingetagasisidestuse tegur mitte üle	Vooluvõimenduse piirsagedus mitte alla kHz	Mürategur dB
П 13	15	15	3,3	0,92	5.10^{-3}	465	33
П 13А	15	15	2,0	0,97	6.10^{-4}	465	33
П 13Б	10	10	2,0	0,92	6.10^{-4}	465	12
П 14	15	15	3,3	0,95	—	1000	33
П 15	15	15	3,3	0,95	—	1600	33

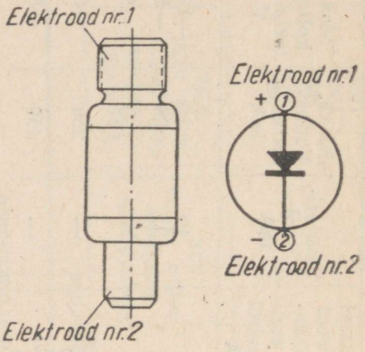
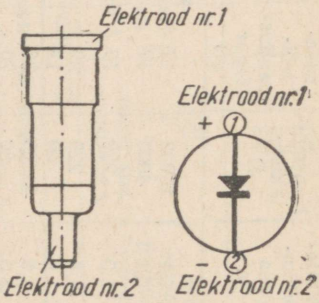
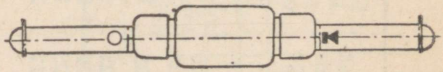
Võimsusvõimenduse germaanium-pindtrioodid (metallkestas)

Tüüp	Kollektoripinge V	Kollektorivool mA	Voolu-võimendustegur	Väljevõimsus W	Koormustakistus Ω	Võimsusevõimendustegur dB	Kollektori vastuvool lahtiühendatud emitteri puhul mA	Emitterivool mA	Maks. kollektorivool mA	Maks. kollektoripinge V	Kollektori kaovõimsus W
П2А	—50	5	0,9	0,1	10000	17	—	10	10	—100	0,25
П2Б	—25	10	0,9	0,1	4000	17	—	25	25	—50	0,25
П3А	—25	130	2,0	1,0	220	17	—	—	150	—50	3,5 1,0
П3Б	—25	130	2,0	1,0	220	20	0,25	—	250	—50	3,5
	—12	250	—	1,0	50	17	5,0				1,0
П3В	—25	130	2,0	1,0	220	25	0,25	—	450	—50	3,5
	—12	250	—	1,0	50	20	3,0				1,0

Võimsusvõimenduse germaanium-pindtrioodid (hermeetilises metallkestas)

Tüüp	Kesta materjal	Kollektoripinge V	Baasivool mA	Kollektorivool A	Voolu-võimendustegur	Võimsusevõimendustegur dB	Kollektori vastuvool mA	Mittelineaarmoonutuste tegur	Emitteri ja kollektori vaheline pinge V	Maks. kollektorivool A	Maks. kollektoripinge V	Kollektori kaovõimsus W
П4А	Metall	—26	—	1	8	20	0,5	15	—	3	—50	20
П4Б	"	—26	—	1	8 . . . 20	23	0,4	10	0,5	3	—60	25
П4В	"	—26	—	1	⩾10	—	0,4	10	0,5	3	—35	25
П4Г	"	—26	—	1	10—20	27	0,4	10	—	3	—50	25
П4Д	"	—26	—	1	⩾20	30	0,4	10	—	3	—50	25
П7	Klaas	—4,5	0,15	0,01	—	—	0,015	—	—	0,045	—13	0,045

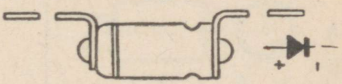
Tähtsamate kristalldioodide ja -trioodide elektroodid

Tüüp	Vaade ja sokliühendus
ДК-В1 ДГ-С1 ДК-В2 ДГ-С2 ДК-В3 ДГ-С3 ДК-В4 ДГ-С4	
ДК-В5 ДК-С1 ДК-В6 ДК-С2 ДК-В7 ДК-С3	
Д2А Д2Б Д2В Д2Г Д2Д Д2Е Д2Ж	

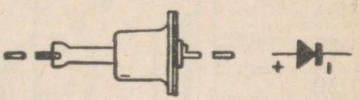
ДГ-Ц1
ДГ-Ц2
ДГ-Ц3
ДГ-Ц4
ДГ-Ц5
ДГ-Ц6
ДГ-Ц7
ДГ-Ц8
ДГ-Ц9
ДГ-Ц10
ДГ-Ц12
ДГ-Ц13
ДГ-Ц14
ДГ-Ц15
ДГ-Ц16
ДГ-Ц17



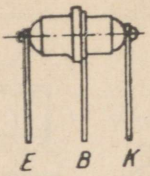
ДГ-Ц21
ДГ-Ц22
ДГ-Ц23
ДГ-Ц24
ДГ-Ц25
ДГ-Ц26
ДГ-Ц27



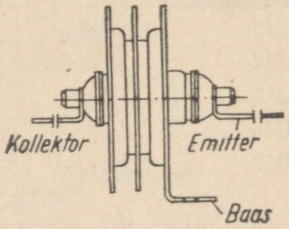
Д7А
Д7Б
Д7В
Д7Г
Д7Д
Д7Е
Д7Ж



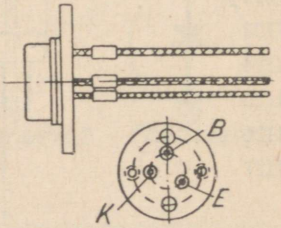
П1А П2А
П1Б П2Б
П1В
П1Г
П1Д
П1Е
П1Ж
П1И



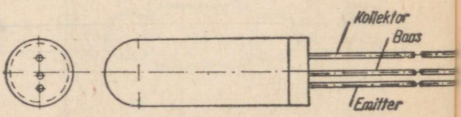
П3А
П3Б
П3В



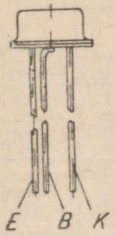
П4А
П4Б
П4В
П4Г
П4Д



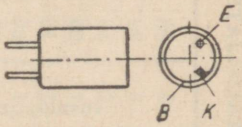
П5А
П5Б
П5В
П5Г
П5Д



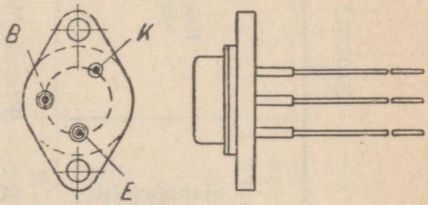
П6А	С4А	С3А
П6Б	С4Б	С3Б
П6В	С4В	С3В
П6Г	С4Г	С3Г
П6Д		С3Д
		С3Е
П8	П13	П101
П9	П13А	П101А
П9А	П13Б	П102
П10	П14	П103
П11	П15	
П12		
П401		
П402		
П403		



С1А
С1Б
С1В
С1Г
С1Д
С1Е
С2А
С2Б
С2В
С2Г



П201
П201А
П202
П203



KODUMAISTE VALJUHÄÄLDAJATE ELEKTRILISI JA KONSTRUKTIIVSEID ANDMEID

Valjuhääldaja tüüp	Kasutatakse vastuvõtjas	Nimivõimsus VA	Sagedusriba	Sageduskõvera ebalineaarsus dB	Tundlikkus dB	Võnkepool			Ergutusmähis		
						Keerdude arv	Traadi läbimõõt mm	Alalisvoolutakistus Ω	Keerdude arv	Traadi läbimõõt mm	Alalisvoolutakistus Ω
0,5ГД-2	Рекорд, Москвич, АРЗ-54	1	120 ... 6000	10	2,5	63	0,12	5,5	Püsivmagnetiga		
0,5ГД-5	Родина, Искра	1	100 ... 6000	15	3	63	0,12	5,5	"		
1ГД-1	АРЗ-49, Москвич-В	1	150 ... 5000	15	2,5	61	0,16	3,25	"		
	Рига Б912	1	150 ... 6000	15	4	45	0,15	2,8	"		
1ГДМ-1,5	Рекорд, Рекорд-47	1,5	150 ... 5000	15	2,5	57	0,16	3	"		
2ГДМ-3	Родина, Родина-47 Урал-49	3	90 ... 5000	15	3	62	0,18	3,2	Püsivmagnetiga		
2ГДП-3	Восток-47 Урал-47	3	—	—	—	65	0,2	3	14400	0,2	1200
3ГД-2	—	3	100 ... 6000	12	3	62	0,16	3,4	Püsivmagnetiga		
3ГД-3	Восток-49, Урал-49 Родина-47 (1950. a.)	3	100 ... 6000	15	2,5	62	0,18	3,4	"		
3ГДМП-ВЭФ	—	3	100 ... 6000	15	3	49	0,23	1,6	4500	0,15	520

	ВЭФ М-557	3	—	—	—	23	0,22	2	11000	0,18	900
3ГДМП--ВЭФ	Балтика, ВЭФ И-697	3	—	—	—	53	0,2	2,4	4500+23	0,15 0,18	520
	Рига-6	3	—	—	—	59	0,2	2,65	Püsivmagnetiga		
	Рига Т-755	3	100 . . . 6000	17	3,5	59	0,2	2,65	12000	0,18	1000
5ГЭД-5	—	5	70 . . . 6500	12,5	4	—	—	2	—	—	1000
	Рига Т-689	6	80 . . . 8000	17	5,5	92	0,15	12	9000	0,25	520
	Рига-10	8	80 . . . 7000	12	5,5	120	0,17	12	Püsivmagnetiga		
8ГД-2	Мир	8	80 . . . 7000	12	5,5	75	0,25	2,8	"		
10ГД-4	—	10	70 . . . 8000	12	3,5	—	—	10	Püsivmagnetiga		
10ТА-5	—	10	50 . . . 7000	12	3,5	—	—	2,8	"		
10ГД-6	—	10	40 . . . 10000	15	3	—	—	40		0,14	
—	Латвия	10	—	—	—	115	0,18	8	7900+28	0,35	245
1ГД-5	—	1	150 . . . 6000	15	2						
1ГД-6	—	1	100 . . . 6000	15	3						
1ГД-7	—	1	150 . . . 6000	15	3	63	0,12	5,5	Püsivmagnetiga		
1ГД-8	—	1	200 . . . 6000	12	4,5						
1ГД-9	—	1	100 . . . 7000	12	2,5						
2ГД-3	—	2	70 . . . 10000	14	2,5						
4ГД-1	—	4	60 . . . 12000	14	2,5	62	0,16	3,4	"		
5ГД-9	—	5	70 . . . 7000	12	3						
5ГД-10	—	5	50 . . . 12000	14	3	62	0,18	3,4	"		
5ГД-14	—	5	60 . . . 12000	14	2,5						

TÖÖSTUSLIKE VASTUVÕTJATE SOBITUSTRAFODE ELEKTRILISI ANDMEID

Vastuvõtja tüüp	Väljelambi tüüp	Valjuhääldaja võnkepooli takistus Ω	Südamiku ristlõige cm²	Primaarmähis		Sekundaarmähis	
				keerdude arv	traadi läbimõõt mm	keerdude arv mm	traadi läbimõõt mm
1	2	3	4	5	6	7	8
Москвич-В	6П6С	2,8		2850+150	0,1	60	0,64
АРЗ-49	6П6С	3,25	2,56	2000+200	0,12	87	0,59
АРЗ-51	6П6С	3,25		3000	0,16	73	0,51
АРЗ-54	6П6С	5,5		2500	0,12	81	0,41
Рекорд	25П1С	3,25		1800	0,12	32+53	0,55
Рекорд-47	30П1С	3,25	2,56	200+2000	0,12	87	0,59
Рекорд-52	6П6С	3,25	2,56	2600+200	0,12	66	0,51
Рекорд-53	6П6С	5,6		2600+200	0,12	90	0,41
Ленинградец	30П1С	3,8		1225+125	0,12	45	0,69
Салют	6Ф6С	3	5	4000	0,13	86	0,6
Днепро-52	6П6С	3,25		2530	0,11	51+20	0,69
Москвич-3	6П6С			2850	0,1	60	0,64
ВЭФ М-557	6Ф6С	2		3200	0,13	66	0,7
ВЭФ М-697	6П6С	2,4		2000	0,12	55	0,8
Пионер	6Ф6С	3		3500	0,14	78	0,77
Минск	6П6С			3000	0,12	70	0,8
Пунане РЭТ VV-662	6Ф6С	2,5		2×1625	0,2	80+175	0,8; 0,2
VV-663	6П6С	2,5	3,9	2×1625	0,2	80+175	0,8; 0,2
Восток-49	6П6С	3,2		2800	0,12	79	0,64
Рига-6	6П6С	2,65	Ш-20	2800	0,15	70	0,64
Баку	6П3С	3	Ш-32	2300+100	0,2	67+3	0,74
Днепропетровск	6П3С		Ш-32	2530	0,12	50	0,69
6Н25, 7Н27	6Ф6С	1,9	4,0	2×2000	0,13	32	0,5

Балтика	6П6С	2,4		2150	0,15	58	0,8
Балтика-52	6П3С	1,6		2150	0,15	45	0,8
Балтика М-254	6П6С	1,6	Ш 20×20 Ш-16	2650	0,12	44,5	0,8
Москвич	30П1С	3,0	2,9	2500	0,12	54	0,69
Электросигнал-2	6П3С	3,0	4,5	840+1360	0,13	56	0,9
Звезда-54	6П1П	3,4		2600	0,23	61	1,0
Нева-51	6П3С		Ш-16	2×1300	0,23	80	1,0
Нева-52	6П3С	3,4	Ш-16	2600	0,23	81	0,1
Нева-55	6П3С		Ш-16	400+2500	0,2	80	0,8
Октябрь	6П6С	3,5	ЧШ-30	2×1200	0,15	38	1,35
Рига Т-689	6П3С	12		2500	0,18	200	0,64
Рига-10	2×6П6С	12	Ш-20	2×1200	0,14...0,15	2×96	0,41...0,44
Минск-55	2×6П6С	3,4		2×1700	0,12	120	0,74
Ленинград	6Ф6С	8,4	—	2×1850	0,12	308+85+ +70	0,2; 0,8; 0,8
Латвия	6П3С	8		2200	0,17	115	0,7
Мир	6П6С	2,8	Ш-25	2×1000	0,18	42	1,25
Мир М-154	6П6С	3,4	Ш-25	2×1250	0,15	40	1,25
Беларусь	6П3С	11		3050	0,14	105	0,72
Беларусь-53	6П3С		Ш-26	2×1700	0,12	105	0,72
Тула	2П1П	4	Ш-18	2500	0,09	60	0,55
Рига Б-912	2П1П	2,8	Ш-16	2360	0,12	28	0,6
Искра	2П1П	3,25	2,5	3500	0,1	80	0,51
Искра-53	2П1П	5,5		2650	0,1	75	0,51
Дорожный	2П1П		Ш-9	3550	0,12	60	0,51
Таллин Б-2	2П1П	2,5	Ш-22	4800	0,15	83	0,8
Родина	2Ж2М	3		2×2200	0,1	33	0,8
Родина-47 (Электросигнал-3)	2Ж2М	3		3000+2	0,1	33	0,8
Родина-47 (1950)	2Ж2М	3	Ш-18	2×3000	0,1	50	0,64
Родина-52	2П1П	3	Ш-16	3500	0,1	50	0,64
Рекорд	6П6С		Ш-12	2600	0,12	66	0,59
Ураль-47	6Ф6С	3,0	—	2700	0,15	63	0,69

1	2	3	4	5	6	7	8
Ураль-49	6П6С	3,8		85+570+2043	0,15	73	0,8
Ураль-52	6П3С			2045+655	0,15	73	0,8
Чайка	6П3С	3,4	ЧШ-19	600+1650	0,15	64	0,8
Даугава	6П3С	2,7	Ш-20	500+1500	0,16	65	0,7
А-695	6Н7С		Ш-15	2×2000	0,12	2×75 2×33	0,1; 0,83; 0,76
А-5	6П6С	6	Ш-19	2400	0,15	50	0,74
А-8	6П1П			2000	0,15	45	0,59
Эстония	2×6П1П	1,2		2×800	0,18	13+300	1,0; 0,18
Байкал	6П14П	5,6		2600	0,12	64	0,51
Турист	2П2П	3		3550	0,12	50	0,55
Минск-55	2×6П6	3,4...4		2×1700	0,12	120+625	0,74; 0,12
Рекорд-53 М	6П6	5,6	2,8 cm²	2800+200	0,12	90	0,44
ВЭФ Аккорд	6П6	3,4		2650	0,12	45+650 +3	0,8; 0,12; 0,8;
Маяк	6П14П	5,6		2660	0,12	64	0,51
Восток-57	6П14П	5,6		2592	0,12	64	0,51
Октава I trafo	6П14П	3,25		2600	0,12	90+3	0,64
II trafo	—	5,5		2000	0,12	28	0,51
Харков	6П14П	5,6		2600	0,12	64	0,51
Донец	6П14П	6		2660	0,12	64	0,51
Люкс I trafo	2×6П14П	5,5		2×1140	0,15	2×70	0,38
II trafo		3,4		2000	0,12	35	0,51

TÖÖSTUSLIKE VASTUVÕTJATE VÕRGUTRAFODE ELEKTRILISI ANDMEID

Vastuvõtja nimetus	Võimsus W	Võrgumähis		Anoodmähis		Alaldaja lambi küttemähis		Lampide küttemähis	
		keerdude arv	traadi läbimõõt mm	keerdude arv	traadi läbimõõt mm	keerdude arv	traadi läbimõõt mm	keerdude arv	traadi läbimõõt mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АРЗ-54		693+520	0,27; 0,23	1330	0,15	40	0,51	39	0,8
Рекорд-53		1320	0,12	1250	0,15	42	0,51	42	0,93
Салют	75	2×(359+55)	0,33	2×1200	0,17—0,2	17	0,9	21	1,0
Москвич-3	30	667+490	0,35; 0,2	1250	0,15	38	0,45	38	0,83
ВЭФ М-557	65	372+58+315	0,5; 0,35	2×1060	0,16	18	0,8	22	0,9
ВЭФ М-697	70	2×(338+52)	0,38	2×900	0,2	17	0,8	21	1,0
Пионер	60	441+69+376	0,4; 0,3	2×1250	0,14	23	1,0	29	1,0
Минск	60	2×(462+72)	0,35	2×1090	0,15	23	1,0	29	1,0
Пунане РЭТ VV-662	70	470+65+390	0,44...0,35	2×1050	0,2	23	0,8	29	1,0
Восток-49	80	2×(359+55)	0,33	2×820	0,18	18	1,0	23	1,0
Рига-6	55	(450+69)+ +(69+450)	0,31	2×1100	0,16	22	1,0	28	1,0
Днепропетровск	65	415+61+344	0,51; 0,35	2×960	0,2	19	1,08	23	1,16
6Н25	100	2×(280+44)	0,41	2×900	0,2	14	0,93	18	1,1
Балтика	70	2×(338+52)	0,38	2×865	0,2	17	0,8	21	1,0
Балтика-52		2×(333+52)	0,35	2×900	0,23	17	0,8	21	1,0
Балтика М-254	65	2×(397+62)	0,31	2×920	0,2	20	0,8	26	0,74
Звезда-54	60	2×(605+93)	0,33	2×1800	0,2	39	0,59	39	1,04
ВЭФ Аккорд	65	2×(392+62)	0,31	2×900	0,2	20	0,74	26	0,74
Ленинград		2×(202+31)	0,44	2×600+ +2×630	0,12	2×10	1,0	13	1,2
Нева-51	100	2×(384+59)	0,5	2×1090	0,25	19	1,0	25	1,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Нева-52	80	2×(363+57)	0,51	2×960	0,25	18	1,0	23	1,2
Нева-55	80	2×(368+57)	0,51	2×960	0,25	18	1,0	23	1,25
Октябрь	85	2×(340+53)	0,49	2×880	0,25	17	0,8	2×10	1,35
Рига-10	85	2×(341+53)	0,44	2×800	0,25...0,27	16	1,0 . . . 1,2	21	1,5...1,6
Минск-55	120	2×(230+38)	0,51	2×550	0,25	11	1,25	14,5	1,25
Мир	160	2×(197+31)	0,64	2×550	0,31	9,5	1,5	2×6	1,5
Мир М-154		2×(263+41)	0,51	2×700	0,29	13	1,0	16	1,35
Беларусь	180	2×(310+54)	0,51	2×955	0,35	16	1,25	20	1,4
Беларусь-53	135	2×(54+310)	0,69	2×880	0,35	16	1,25	20	1,74
Чайка	75...90	2×(315+48)	0,41	2×780	0,2	16	0,86	20	1,0
Даугава	75...85	2×(365+56)+ +335	0,35; 0,2	2×870	0,2	18	1,0	23	1,0
Минск-Р7	65...85	2×(472+72)	0,35	2×1180	0,14	24	0,93	30	1,0
Урал-52	80...110	2×(400+60)	0,31	2×1200	0,2	19	0,8	24	1,0
Минск Р7-55	60...80	2×(472+72)	0,35	2×1180	0,14	24	0,93	30	1,0
Урал-47	80...100	2×(400+60)	0,31	2×1320	0,15	20	0,8	26	0,8
Урал-49	100...110	2×(400+60)	0,31	2×1050	0,2	21	0,8	27	0,8
А-8	45	2×55	0,8	2×1200	0,17				
Огонёк		440+600	0,25; 0,35	965	0,15	34	0,49	34	0,87
Баку	60	363+56+307	0,51; 0,33	2×830	0,2	19	1,0	24	1,0
Электросигнал-2	75	2×(400+60)	0,33	2×865	0,18	20	0,93	26	1,0
Рига Т-689	105	341+53+288	0,6; 0,45	2×1050	0,2	16	1,0	21	1,5
Латвия	190	204+31+127	0,9; 0,7	2×540	0,29	10	1,0	2×6	1,5
Рига Т-755	55	450+69+380	0,44; 0,31	2×1260	0,16	28	0,59	28	0,93
Минск-55	120	2×(230+38)	0,51	2×550	0,25	11	1,25	14,5	1,25
Рекорд-53М	40	635+102+583	0,25	1250	0,15	42	0,51	42	0,93
Аккорд	65 . . . 80	2×(392+62)	0,31	2×910	0,2	20	0,74	26	0,74

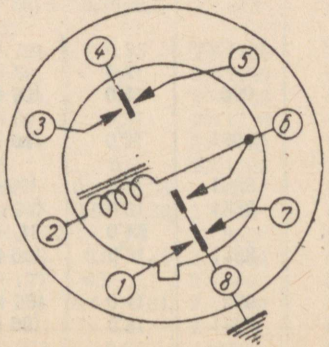
Маяк	55	2×(588+90)	0,31	1368	0,2			I	38	1,0
								II	35	0,51
Восток-57	75	2×(588+90)	0,31	1368	0,2				38	1,0
Эстония	120	2×(366+56)	0,41	850	0,29			I	23	1,0
								II	23	1,0
Байкал	45	2×(588+90)	0,31	1368	0,2				38	1,0
Турист	6	2100+325+1810	0,12						120	0,27
Октава	60...75	2×(534+82)	0,31	1230	0,2	34	0,51		35	1,0
Харьков	55	2×(588+90)	0,31	1368	0,2				36	0,31
									38	1,0
Донец	70	2×(605+94)	0,31	1400	0,2				37	0,51
									38	1,0
Люкс	85...100	2×(325+50)	0,47	750	0,27				20	1,0
									20	1,0

Lisa 6

VIBRAATORITE ELEKTRILISI ANDMEID

Tüüp	Nimi-sisend-pinge V	Nimi-koor-musvool mA	Nimi-väljepinge V	Sisend-pinge lubatud piirid V	Kasu-tegur %	Käivi-tuspinge V	Ergutus-mähise keerdude arv	Ergutus-mähise alalisvoolu-takistus Ω	Ergutus-mähise traadi mark ja läbimõõt	Tööiga tundides
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
В-24	24	—	—	—	60	18,0	—	—	—	750
В-26	26	50	110/220	—	60	19,0	—	—	—	750
В 6	6	50	110/220	—	60	4,5	—	—	—	900
В-12Г	12,8	90	160/250	—	65	8,5	1800	55±10%	ПЭЛ-1, 0,18	750

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ВС-2,4	2,4	20	135	2,2 ... 2,6	57	2,0	520	2,7±10%	ПЭЛ-1, 0,38	500
ВС-4,8	4,8	30	220	4,2 ... 5,0	65	3,6	350	7±10%	ПЭЛ-1, 0,31	500
ВС-12	12	90	160/220	10,5 ... 13,5	70	8,5	2700	70±10%	ПЭЛ-1, 0,18	500
ВС-4,8Г	4,8	30	220	4,2 ... 5,0	65	3,6	350	7±10%	ПЭЛ-1, 0,31	500
ВС-12Г	12	90	160/220	10,5 ... 13,5	70	8,5	2700	70±10%	ПЭЛ-1, 0,18	500
ВА-6,4	6,4	65	250	—	50	4,6	2200	14±10%	ПЭЛ-1, 0,19	750
ВА-12,8	12,8	90	160/250	—	70	8,5	1900	40±5%	ПЭЛ-1, 0,19	750



SELEENSUUNAJATE ELEKTRILISI ANDMEID

Seleenketaste välisläbimõõt mm	5	6,5	7,2	10	18	20	25	30	35	45	50	67	80	84	100	112	130
Lubatud maksimaalne alaldatud vool mA	2	3,5	4,5	10	25	35	75	125	140	275	330	670	1000	1150	1700	2200	3000
Ühe seleenketta sisetakistus Ω	450	250	200	80	35	25	10	6	5	2,5	2	0,9	0,55	0,47	0,3	0,23	0,17

Märkused. 1. Ühele kettale on maksimaalselt lubatud 25-V amplituudiga vastupinge.

2. Tabelis toodud ketta sisetakistus ($r_{i\ tab}$) vastab maksimaalselt lubatud alaldatud voolule (I_{olub}) antud ketta juures. Ketta sisetakistust väiksema voolu (I_o) puhul on võimalik arvutada järgmise ligikaudse valemiga:

$$r_i = r_{i\ tab} \sqrt{\frac{I_{olub}}{I_o}}.$$

3. Seleenketaste töölerakendamisel temperatuuril 60 ... 70° C on soovitav vähendada tabelis toodud alaldatud voolu ja vastupinge suurusi 40 ... 50% võrra.

PINGETE, VOOLUDE JA VÕIMSUSTE SUHTED VÄLJENDATUNA DETSIBELLIDES

Detsi-bellid	Pingete ja voolude suhted	Võimsuste suhted	Detsi-bellid	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	399 000
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	1 000			

TAKISTUSTRAATIDE ANDMEID

Emailisolatsiooniga manganiintraat

(eritakistus 0,43 Ω mm²/m)

Läbimõõt mm		Traadi ristlõige mm²	1 m takistus Ω	1 km kaal kg
Isolatsioonita	Isolatsiooniga			
0,03	0,040	0,00071	606,0	0,0061
0,05	0,060	0,00196	220,0	0,0164
0,07	0,080	0,00385	112,0	0,032
0,08	0,090	0,00502	85,4	0,044
0,10	0,115	0,00785	54,8	0,067
0,15	0,165	0,01767	24,3	0,149
0,20	0,220	0,03142	13,7	0,261
0,25	0,270	0,04909	8,76	0,408
0,30	0,330	0,07069	6,06	0,587
0,35	0,380	0,09621	4,47	0,800
0,40	0,435	0,12566	3,42	1,045
0,45	0,485	0,15904	2,71	1,323
0,50	0,535	0,19635	2,20	1,633

Emailisolatsiooniga konstantaantraat

(eritakistus 0,49 Ω mm²/m)

Läbimõõt mm		Traadi ristlõige mm²	1 m takistus Ω	1 km kaal kg
Isolatsioonita	Isolatsiooniga			
0,03	0,040	0,00071	690,0	0,0066
0,05	0,065	0,00196	250,0	0,018
0,06	0,075	0,00283	173,0	0,026
0,07	0,085	0,00385	127,0	0,035
0,08	0,095	0,00502	97,4	0,046
0,09	0,105	0,00636	77,2	0,058
0,10	0,120	0,00785	62,4	0,073
0,15	0,140	0,01767	27,7	0,162
0,20	0,225	0,03142	15,6	0,285
0,25	0,280	0,04909	9,98	0,445
0,35	0,385	0,09621	5,09	0,874
0,44	0,490	0,15205	3,22	1,38
0,59	0,640	0,27340	1,80	2,47
0,69	0,740	0,37393	1,31	3,42
0,80	0,870	0,50265	0,974	4,49
0,90	1,000	0,67929	0,723	6,12
1,00	1,070	0,78540	0,624	7,01

Nikeliintraat

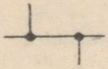
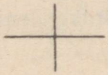
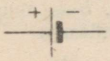
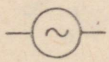
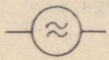
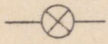
(erikaal 8,8 g/cm³, eritakistus 0,40 Ω mm²/m, temperatuuritegur +0,00022 1/° C, sulamistemperatuur 1100° C)

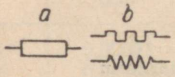
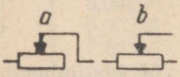
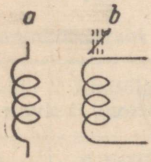
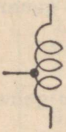
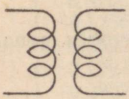
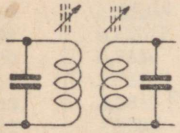
Läbimõõt mm	Ristlõige mm²	1 m takistus Ω	100 m kaal g	1 kg takistus Ω
0,03	0,00071	566	0,622	91 100 000
0,04	0,00126	318	1,11	28 700 000
0,05	0,00196	204	1,73	11 800 000
0,06	0,00283	137	2,49	5 510 000
0,07	0,00385	104	3,39	3 070 000
0,08	0,00503	79,5	4,43	1 800 000
0,09	0,00636	62,9	5,60	1 130 000
0,10	0,00785	51,0	6,91	740 000
0,15	0,0177	22,6	15,6	145 000
0,20	0,0314	12,7	27,6	45 900
0,30	0,0707	5,66	62,2	9 100
0,40	0,126	3,18	111,0	2 780
0,50	0,196	2,04	173	1 180
0,60	0,238	1,37	249	551
0,70	0,385	1,04	339	307
0,80	0,503	0,795	443	180
0,90	0,636	0,629	560	113
1,0	0,785	0,510	691	74
1,5	1,77	0,226	1560	14,5
2,0	3,14	0,127	2760	4,59
2,5	4,91	0,0815	4340	1,87
3,0	7,07	0,0566	6220	0,91

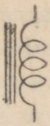
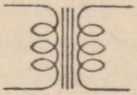
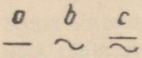
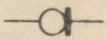
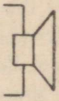
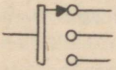
Kroomnikkeltraat (erikaal 8,2 g/cm³, eritakistus 1,08 Ω mm²/m)

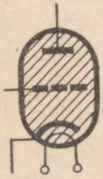
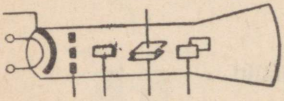
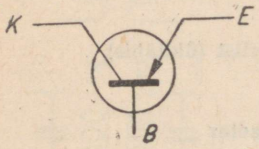
Läbimõõt mm	Ristlõige mm²	1 m takistus Ω	1 km kaal kg	1 kg takistus Ω
0,03	0,00071	1530	0,0058	264 000 000
0,05	0,00196	551	0,0161	34 200 000
0,07	0,00385	281	0,0316	8 850 000
0,08	0,00502	215	0,0412	5 220 000
0,10	0,00785	138	0,0644	2 140 000
0,20	0,03142	34,4	0,258	134 000
0,30	0,07069	15,3	0,580	26 400
0,40	0,12566	8,58	1,030	8 330
0,45	0,15904	6,78	1,304	5 200
0,50	0,19635	5,51	1,610	3 420
0,60	0,28274	3,82	2,318	1 650
0,70	0,38484	2,81	3,156	885
0,80	0,50265	2,15	4,122	522
0,90	0,63617	1,70	5,217	326
1,00	0,7854	1,38	6,440	214
1,50	1,7671	0,612	14,941	42,2
2,00	3,1416	0,344	25,751	13,4
2,50	4,9087	0,220	40,251	5,45
3,0	7,0686	0,153	57,963	2,64

RAADIOTEHNILISED SKEEMITÄHISED

Tähis	Seletus
	Vastuvõtuantenn
	Maandus või šassiiühendus
	Šassiiühendusega varjestus
	Šassiiühendusega varjestatud juhe
	Juhtmete ühendused
	Juhtmete ristumine elektrilise ühendamiseta
	Klemm
	Akumulaator või kuivelement
	Vahelduvvoolu generaator (üldtähis)
	Helisagedusvoolu generaator
	Kõrgsagedusvoolu generaator
	Relee
	Sulavkaitse
	Elektrihõõglamp

Tähis	Seletus
	Takistid: *a* — mass-, *b* — traattakisti
	Muudetavad takistid: *a* — reostaat, *b* — potentsiomeeter
	Kondensaator
	Elektrolüütkondensaator
	Trimmerkondensaator
	Häälestus-pöördkondensaator
	K.-s.-võnkering või paispool: *a* — südamikuta, *b* — magnetdielektrilise südamikuga
	Haruühendusega pool
	Induktiivsidestusega poolid
	Muudetava induktiivsusega v.-s.-trafo

Tähis	Seletus
	M.-s.-paispool (raudsüdamikuga)
	M.-s.-trafo
	Vooluliik: *a* — alalis-, *b* — vahelduvvool, *c* — alalis- ja vahelduvvool
	Mikrofon
	Peatelefon
	Valjuhääldaja
	Detektor või suunaja
	Lihtlüliti
	Astmelüliti
	Umberlüliti
	Lainelüliti
	Mõõteriist (üldtähis)
	Voltmeeter

Tähis	Seletus
	Milliampermeeter
	Oommeeter
	Kaksikdiood või -kenotron
	Triood
	Huumlamp
	Tiratron (gaaslahendustriood)
	Elektronkiiretoru
	Pooljuhttriood (transistor)

TEKSTIS JA JOONISTEL TARVITATAVAID ELEKTRO- JA RAADIOTEHNILISI TÄHISEID

A — ampermeeter
AA — aseantenn
AVR — automaatne võimenduse reguleerseadis
C — elektriline mahtuvus
C_x — tundmatu mahtuvus
C_g — võrekondensaator
C_s — sidestuskondensaator
C_t — trimmerkondensaator
C_{ak} — elektronlambi anoodi ja katoodi vaheline mahtuvus
C_e — etaloonkondensaator
C_{ga} — elektronlambi võre ja anoodi vaheline mahtuvus
C_{gk} — elektronlambi võre ja katoodi vaheline mahtuvus
C_{t_k} — katoodi šuntkondensaator
DET või *D* — detektor
E — elektromotoorne jõud
E_g — võre eelpinge
EL — elektronlamp
F_{max} — kõrgeim modulatsioonisagedus
f — sagedus (üldkujul)
f_o — 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
HSV — heli- ehk madalsagedusvõimendaja
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
KS või k.-s.- — kõrgsagedus-
KSV — kõrgsagedusvõimendaja
k — astme võimendustegur
L — induktiivsus, pool (üldkujul)
L_x — tundmatu induktiivsus
L_p — paispool
L_e — induktiivsuse etaloon
L_s — sidestuspool
L_A — antennipool
L_o — ostsillaatorpool
L_t — tagasisidestuse pool
LV — lampvoltmeeter
M — mikrofon
MOD — modulaator
m.-s.- — madalsagedus-
MSV — madalsagedusvõimendaja
OS — ostsillaator
P — elektriline võimsus (üldkujul)
P_a — ampermeetri poolt tarbitav võimsus või lambi anoodi kaovõimsus
P_v — voltmeetri poolt tarbitav võimsus või elektronlambi väljevõimsus

PR — piiraja

R, *r* — elektriline takistus (üldkujul)

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

SEG — segusti

SDET — sagedusdetektor

SG — signaalgeneraator

SS — seleensuunaja

SM — sagedusmodulaator

S_v — väljevõimsus

Z — impedants (näivtakistus)

Z_v — valjuhääldaja võnkepooli impedants

T või *Tr* — transformaator

t — aeg

U — pinge (üldkujul)

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 väljepinge

V — võimendaja

VH — valjuhääldaja

VM — väljemõõtja

VSV — vahesagedusvõimendaja

VV — võimsusvõimendaja

w — keerdude arv

Ü — ümberlüliti

ÜKS — ülikõrgsagedus

X_C — mahtuvustakistus

X_L — induktiivtakistus

ω — nurksagedus ($2\pi f$)

μ — elektronlambi võimendustegur

AINEREGISTER

alumiiniumvärv 257
amplituudipiiraja 7, 25
amplituudmodulatsioon 5
anoodkoormustakisti 191, 192
anoodkondensaator 177, 180
antennifilter 221
aseantenn 91, 129, 130
asenduskondensaator 155, 156
automaatne eelpinge 44
avomeeter 75
AVR (automaatne võimenduse reguleerseadis) 30, 232, 233
AVR-i filterkondensaator 203, 204
AVR-i filtertakisti 202, 203
AVR-i koormustakisti 202, 203

defektelektron 58
demodulaator 7
detektor 7
diklooretaanliim 255
diooddetektor 24
dioodi koormustakisti 199
dioodvoltmeeter 79
dünaamiline tunnusjoon 138

eelkaitsmed 168
eksponentlamp 31
elektronlampide proovija 110

generaatori gradueerimine 95
germaaniumdiood 59

helikõverad 135, 136
helisagedusgeneraator 101, 131
helitugevusregulaator 194, 195, 199
helitämbri reguleerseadise kondensaator 177, 180
heptood-segustuslamp 14, 15
huumlambiga indikaator 70
hõõg-huumlamp-indikaator 70
hõõglambiga indikaator 69
häälestusindikaator 234
häälestuspunkt 160, 161

induktiivsuse mõõtesild 127
induktiivsustevõrdleja 87
isolatsioonitakistus 146

joodis 265
jootetõlvik 265
jootmine 271, 272

kaseiinliim 253
kaseiintsement 254
katoodkiireostsilloskoop 104, 107, 133
katoodkondensaator 180
katoodtakisti 181
kesklaine häälestamine 153
kolmpunktskeem 14
kondensaatori kaotegur 139
kristalldetektor 24
kristalltriood 61
kristalltrioodide prooviseadis 112
kõrgsageduslitse 225
kõrgsagedustrafo 9
kõrgsagedusvoolude summutustakisti 178, 181

kõrgsagedusvõimendaja 9
kütte- ja anoodtoide 49

lahtisidestusfilter 47
lahtisidestuskondensaator 191, 199
lahtisidestustakisti 191, 199
lainelüliti 223
lamp-millivoltmeeter 79
lampvoltmeeter 78, 83, 128

madalsagedusvõimendaja 36
mahtuvuste mõõtesild 125
mikrofoniefekt 143
mittelineaarmoonutused 136, 137
modulaator 5
moduleerimine 5
muundusaste 212
muundusheptood 16, 18
muundustriood-heptood 19
muundustõus 16
mõõtesild 123

negatiivne eelpinge 15, 44
negatiivne tagasisidestus 42
nullgalvanomeeter 87

oommeeter 122
oommeetri skaala gradueerimine 122, 123
optiline häälestusindikaator 35
ostsillaator 14, 213
ostsillaatorblokk 98
ostsillaatori häälestamine 154, 159
ostsillaator-resonantsindikaator 96
ostsillaatorsagedus 11

patareitoitega signaalgeneraator 92
peegelsagedus 11
pindtriood 63
pingelangetustakisti 167
pingete faasinihe 134
pingete mõõtmine 147, 148, 149, 150
pingevõimendaja võimendustegur 39
pooljuhid 58
pooljuhtdiood 59
polüstüroolliim 254
positiivne tagasisidestus 41, 47
punkttriood 62
pöördkondensaator 224

raadiovastuvõtja tundlikkus 130
rasvhapped 270, 271
resonantsvõimendus 6
ribafilter 15, 22
räbustaja 268

sagedusdetektor 7, 28
sagedusmodulatsioon 5
sagedusmuundaja 7, 13
segusti 14
selektiivsus 5, 129, 130
signaalgeneraator 89, 129
signaalisagedus 11
sildalaldaja 53
silumisfilter 50
silumisfiltri paispool 246
sisendpingejagaja 81
sisendvõnkeringi häälestamine 154, 161
sobitustrafo 245
staatiline tunnusjoon 139
sündeetikon 252

šunttakisti 118

takistussidestuses pingevõimendaja 36
takistuste mõõtmine 151, 152
tisleriliim 252
trimmer 218
tuikesagedus 11
tõlvikuhoidjad 272, 273
täisperioodalaldaja 51
täpsusklass 116

vahelduvpinge kuju 133
vahesageduse võnkeringide häälestamine 152, 153, 158
vahesagedusvõimendaja 22

vahesagedusvõnkeringi kondensaator 208
vahesagedusvõnkeringi pool 210
valjuhääldaja 186, 188
valjuhääldaja membraan 188
varivõre lahtisidestuskondensaator 190, 191, 208
varivõretakisti 191, 208
vastastakt-võimsusvõimendaja 40
veekindel liim 253
viivitustoimega AVR 33, 34
voolude mõõtmine 151
vooluvõimendustegur 112, 113
voltmeetri gradueerimine 82
voltmeetri sisetakistus 116
voltoommeeter 72
võimsuse mõõtmine 146
võimsusvõimendaja 39
võnkepool 188, 189
võnkeringide poolid 225
võretakisti 181
võrgutrafo 235
väljeindikaator 103
väljemõõtja 104, 132

ülekandekondensaator 178, 181
ÜLL blokk 20

KASUTATUD KIRJANDUS

Бройде А. М. Справочник по электровакуумным и полупроводниковым приборам. 1957.

Справочник радиолюбителя. Под общей редакцией Куликовского А. А. 1955.

Терещик Р. М. и др. Справочник радиолюбителя. 1957.

Diefenbach, W. Mess- und Prüfgeräte für Rundfunkwerkstätten.

Pabst, B. Anleitung zur Fehlersuche für Rundfunkwerkstätten.

Ajakiri „Радио".

SISUKORD

Eessõna 3

I peatükk

Raadiovastuvõtjate töötamise põhialused

1. Raadiosaate ja -vastuvõtu põhialused 5
2. Kõrgsageduse võimendamine 9
3. Sageduse muundamine 11
4. Vahesageduse võimendamine 22
5. Demoduleerimine 24
6. Automaatne võimenduse reguleerimine 30
7. Optiline häälestusindikaator 34
8. Madalsageduse võimendamine 36
9. Negatiivne tagasisidestus 41
10. Vastuvõtja lampide eelpingestamine 44
11. Võimendusastmete endaergutus 47
12. Raadiovastuvõtja toide 49
13. Seitsmelambilise supervastuvõtja kirjeldus 53
14. Kristalldiood ja kristalltriood 57

II peatükk

Mõõteseadised ja nende valmistamine

1. Üldiselt 69
2. Mõõteindikaatorid 69
3. Voltoommeeter 72
4. Avomeeter 75
5. Lampvoltmeetrid 78
6. Takistuse ja mahtuvuse mõõtesild 84
7. Induktiivsustevõrdleja 87
8. Signaalgeneraatorid 89
9. Helisagedusgeneraator 101

10. Väljemõõtja 103
11. Katoodkiireostsilloskoop 104
12. Elektronlampide prooviseadis 110
13. Kristalltrioodide prooviseadis 112

III peatükk

Mõõtmistehnika

1. Üldiselt 115
2. Pinge mõõtmine 116
3. Voolu mõõtmine 118
4. Takistuse mõõtmine 120
5. Mahtuvuse mõõtmine 123
6. Induktiivsuse mõõtmine 125
7. Prooviseadiste rakendamine 128

IV peatükk

Super-raadiovastuvõtjate rikete metoodiline avastamine

1. Ülevaade raadiovastuvõtjates sagedamini esinevatest riketest ja nende põhjustest 141
2. Üldisi juhiseid rikete avastamiseks ja kõrvaldamiseks 145
3. Rikked vastuvõtja võrgutoite osas 162
4. Rikked võimsusvõimendajas 174
5. Rikked madalsagedus-pingevõimendajas 189
6. Rikked diooddetektoris 195
7. Rikked vahesagedusvõimendajas 204
8. Rikked muundusastmes 212
9. Rikked kõrgsagedusvõimendajas 226
10. Rikked antennis ja maanduses 231
11. Automaatse võimenduse reguleerseadises esinevaid rikkeid ... 232
12. Rikkeid häälestusindikaatoris 234

V peatükk

Raadiovastuvõtja trafode ja silumisfiltri paispooli arvutus

1. Võrgutrafo 235
2. Sobitustrafo 245
3. Silumisfiltri paispool 246

VI peatükk

Raadiovastuvõtjate korrastamiseks tarvilikud materjalid, tööriistad ja töövõtted

1. Liimid, värvid, kitid ja muud ained 252
2. Raadiovastuvõtjate korrastamiseks vajalikud tööriistad 259
3. Jootevahendid ja jootmine 265

LISAD

Lisa 1. Elektronlampide elektrilisi andmeid ja sokliühendusi ... 277
Lisa 2. Kristalldioodide ja -trioodide elektrilisi andmeid ja sokliühendusi 303
Lisa 3. Kodumaiste valjuhääldajate elektrilisi ja konstruktiivseid andmeid 316
Lisa 4. Tööstuslike vastuvõtjate sobitustrafode elektrilisi andmeid 318
Lisa 5. Tööstuslike vastuvõtjate võrgutrafode elektrilisi andmeid 321
Lisa 6. Vibraatorite elektrilisi andmeid 323
Lisa 7. Seleensuunajate elektrilisi andmeid 325
Lisa 8. Pingete, voolude ja võimsuste suhted väljendatuna detsibellides 326
Lisa 9. Takistustraatide andmeid 327
Lisa 10. Raadiotehnilised skeemitähised 329
Lisa 11. Tekstis ja joonistel tarvitatud elektro- ja raadiotehnilisi tähiseid 333
Aineregister 335
Kasutatud kirjandus 337

Альт Эдуард Мартович и Якоби Эдуард Юревич
СПРАВОЧНИК ПО РЕМОНТУ РАДИОПРИЕМНИКОВ

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja L. Abo

Tehniline toimetaja A. Sepp

Korrektorid M. Amon ja S. Aron

Ladumisele antud 4. IX 1959. Trükkimisele antud 23. III 1960. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 21,25. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 17,42. Arvutuspoognaid 20,01. Trükiarv 10 000. MB-02405. Tell. nr. 1542. Trükikoda «Punane Täht», Tallinn, Pikk tn. 54/58.

Hind rbl. 10.80

3—5

A
23100
10704

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU
1 0300 00001070 4