



I. UMBORG  
I. EISKOP  
V. KOLLOM

# ELEKTROONIKA II

TALLINN 1969



TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT

Raadiotehnika kateeder

J.Umborg, I.Eiskop, U.Kollom

E L E K T R O O N I K A II

LABORATOORSETEL TÖÖDEL KASUTATAVATE

ELEKTRONMÕÖTERIISTADE KIRJELDUSI

Tallinn

1969

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра радиотехники

Умборг Яак Эдуардович, Эйскоп Ильмар Юлиусович,  
Коллом Урве Армильдовна

Э Л Е К Т Р О Н И К А П

ОПИСАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
ПРИБОРОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЛАБОРАТОРНЫХ  
РАБОТАХ

На эстонском языке

2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu  
75088

Vastutav toimetaja E.Hansen

---

Trükkimisele antud 5.VI 69. Paber 60x84/16  
Trükipg. 5,25. Tingpg. 4,88. Tiraaž 800  
MB-06062. TPI rotaprint, Tallinn, Pikk jalg 14  
Tell.247 Hind 18 kop.

## S I S S E J U H A T U S

Käesolev väljaanne on abimaterjaliks üliõpilastele laboratoorsetel töödel, kus kasutatakse elektronmõõteriistu, ning kursuse "Elektronmõõteriistad" omandamisel. Väljaandes on toodud TPI õppelaboratooriumides kasutatavamate elektronmõõteriistade kirjeldused koos elektriliste skeemide ja kasutamise instruksioonidega.

### ELEKTRONMÕÕTERIISTADE ÜLDISI KASUTAMISJUHENDEID

Töökoht laboratooriumis tuleb organiseerida ratsionaalselt: soovitav on seadmed paigutada töölauale vastavalt nende loogilisele järjestusele ja asendile elektrilisel printsiipiaalskeemil. Seejuures tuleb tagada, et voolu all olevate elementide kokkupuutumise tõenäosus oleks minimaalne. Mõõteriistade korpused tuleb maandada. Ohutustehnika seisukohalt peetakse mõõtmisprotseduuri seda täiuslikumaks, mida vähem lülitatakse ümber kõrgeid potentsiaale mõõtmiste käigus ja mida vähem mõõdetakse kõrgepingelistes ahelates.

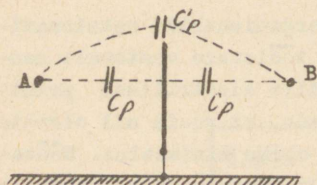
Pinge mõõtmisel tuleb üks mõõtejuhe kinnitada mõõdetava ahela madalama potentsiaaliga punkti (korpuse külge, kui võimalik) ja teise mõõtejuhtme abil mõõta vajalikes punktides. Mõõtmisel peab üks käsi vaba olema.

Olulist tähelepanu mõõtmismetoodikas tuleb pöörata ühendusjuhtmetele, mille abil mõõteriist ühendatakse mõõdetava ahelaga. Kõrgetel sagedustel tuleb arvestada ühendusjuhtmete induktiivsust. Kasutades voltmeetri ühendamiseks pikka ühendusjuhet (või keerdus juhet), tekib juhtmel pingelang

juhtme induktiivtakistuse tõttu ning voltmeeter näitab vähem. Samuti võib ühendusjuhtme induktiivsus  $L$  moodustada voltmeetri sisendmahtuvusega  $C_s$  järjestikuse võnkeringi, mille omavõnkesagedus  $f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot LC_s}$ .

Kui mõõta sagedustel, mis on lähedased resonantssagedusele  $f_0$ , annab voltmeeter suurema näidu koos süsteemi juhevoltmeeter sisendtakistuse vähendamisega.

Ühendusjuhtmed võivad olla ka häirete allikaks. Välised elektri- ja magnetväljad indutseerivad juhtmetesse häire emj. Et vähendada väliste häireväljade mõju, tuleb kasutada varjestatud juhtmeid. Seejuures tuleb arvestada, et voltmeetri sisendtakistusele liitub nüüd veel varjestatud ühendusjuhtme mahtuvus (kasutatavamate koaksiaalkaablite mahtuvus on 50-100 pF/m). Tundlikke sõlmi saab häireväljade eest varjestada, paigutades nad maandatud metallkarpi. Sageli piisab, kui häireallika ja varjestatava sõlme vahele paigutada korpuse külge ühendatud metall-leht (joonis 1).



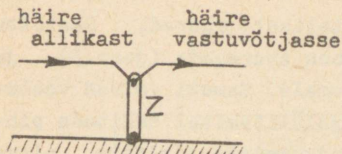
Joonis 1. Varjestamine metall-lehega.

Joonis 1. Varjestamine metall-lehega.

Kui varje puuduks või oleks maandamata, satuksid häired allikast A punkti B parasiitmahtuvuste  $C_p$  kaudu. Maandatud varje aga katkestab mahtuvusliku sidestuse punktide A ja B vahel. Jääkmahtuvus  $C'_p$  on väga väike ja tema mõju tühine. Juhe varje ja korpuse vahel olgu võimalikult lühike.

Sellise ekraaniga võib näiteks varjestada kõrgeoomilisi takisteid, kui neid mõõdetakse elektronoommeetriga, ja nii on võimalik vähendada mõõtegeneraatori ühendusjuhtmete ja klemmide kiirgust.

Häirete vähendamisel on suur osa maandustel. Kuid halb maandusklemm võib ka ise olla häireallikaks. Tuleb vältida häireallika ja tundliku sõlme maandamist samas punktis.



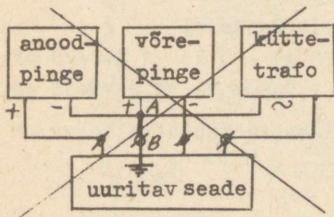
Joonis 2. Häirete levimine ühise maandusklemmi kaudu.

mõõteriist (näiteks ostsillograaf) registreerib kasulikku signaali või häireid. Selleks tuleb mõõdetava sõlme toitepinged välja lülitada. Kui mõõteriista näit ei kao, on tegemist häiretega. Kas tegemist on võrgufooniaga, seda võib kindlaks teha ostsillograafi abil. Selleks tuleb uuritav signaal anda ostsillograafi ja sünkroniseerida see toitevõrgu sagedusega. Kui ekraanil tekib liikumatu kujutis, on tegemist võrgufooniaga.

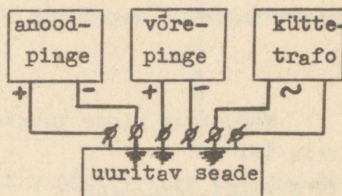
Sageli eksitakse makettide ühendamisel toiteallikaga. Joonisel 3 on toodud maketi väär ühendamine toiteallikaga. Nagu jooniselt selgub, on lõigus AB kütteahel ühine anood- ja võreahelatega. Küttevool on tavaliselt küllaltki suur ning, kulgedes läbi juhtme AB, tekitab ta seal pingelangu, mis jääb järjestikku võre- ja anoodahelatega. See tõstab tunduvalt kütteahela fooni uuritavas skeemis. Joonisel 4 on toodud maketi õige ühendamine toiteallikaga, kus ühendatavatel juhtmetel on eraldi klemmid. Transistorskeemide puhul on toite-

Jooniselt 2 selgub häirete levimine ühise maandusklemmi kaudu. Maandusklemmi kontakti takistus peab olema väga väike ning maandusjuhtmed olgu hea juhtivusega.

Praktikas tekib sageli vajadus veenduda selles, kas voltmeeter või mõni teine



Joonis 3. Toiteallika vale ühendamine maketiga.



Joonis 4. Toiteallika õige ühendamine maketiga.

pinged väikesed, kuid voolud suhteliselt suured. Seetõttu võib ühise maandusjuhtme puhul foon suurenda (joon.3) ja ühe alaldi foon lisanduda teise omale. Samuti võivad voolutõuked ühe alaldi sisse- või väljalülitamisel tekitada pingelangu ühises juhtmes ning kanduda teiste alaldite pingetele.

Osa elektronmõõteriistu, nagu näiteks impulssvoltmeetrid, on tundlikud võrgupinge järskudele muutustele. Voolutõugete korral võrgus impulssvoltmeetri osuti hakkab "hüppama". Voolutõugete mõju võib vähendada, kui mõõteriista toidetakse läbi ferrosonantsstabilisaatori.

### 1. LAMPVOLTMEETER B3-2A (MBJ-2M)

Lampvoltmeetrit MBJ-2M kasutatakse siinuseliste pingete mõõtmiseks diapsoonis 1 mV-316 V ja sagedusalas 20 Hz - 1 MHz.

Tehnilised andmed:

Mõõtepiirkonnad: 10-30-100-300 mV; 1-3-10-30-100-300 V;  
-40, -30, -20, -10, 0, +10, +20, +30, +40, +50 dB.

Sagedusala: 20 Hz-1 MHz.

Põhiviga: sagedusalas 50 Hz-400 kHz  $\pm$  3%,  
sagedusalas 20Hz-50 Hz ja 400 kHz-1 MHz  $\pm$  5%  
skaala pikkusest.

Sisendtakistus sagedusel 1000 Hz piirkondadel

10 mV - 1 V; 1 M $\Omega$ +25 pF;  
3 V-300 V; 1,8 M $\Omega$ +15 pF.

Mõõdetava pinge lubatav ebalineaarMoonutuste tegur on alla 1%.

Võrgupinge 110/127/220 V  $\pm$  10%.

Tarbitav võimsus alla 60 W.



## Skeemi kirjeldus

Mõõteriista skeem (joonis 5) koosneb järgmistest põhi- osadest: katoodjärgija, pingejagajad, lairibavõimendi, de- tektoaste koos osutiriistaga, kalibreerimispinge ahel, toiteosa.

Katoodjärgija sisendis olev pingejagaja nõrgendab sig- naali 50 dB võrra piirkondadel 3-300 V. Katoodjärgija ka- toodahelasse on läbi eralduskondensaatori lülitatud viie- astmeline pingejagaja, mille iga aste nõrgendab signaali 10 dB. Takistussidestusega lairibavõimendis on ülekanedetegu- ri stabiilsuse tagamiseks kasutatud sügavat negatiivset voolu tagasisidet.

Pärast võimendamist detekteeritakse signaal paralleelse koormustakistiga detektoris. Detektoris kasutatakse duodiodi  $6x2\Pi$ , mille üht diodosa kasutatakse detektordiodi alg- voolu kompenseerimiseks. Detektor töötab mahtuvuslikule koor- musele ja seepärast mõõdab ta peaaegu keskväärtust. Osuti- riista skaala on gradueeritud efektiivväärtusele.

Kalibreerimisahelas on kasutatud sildlülitust, kus eba- lineaarse elemendina on kasutatud hõõglampi.

## Mõõteriista käsitsemine

Enne mõõteriista lülitamist võrku tuleb veenduda selles, kas võrgupinge ümberlülitati on lülitatud õigele võrgupingele. Samuti tuleb kontrollida osutiriista mehaanilist nulli. Pär- rast võrku lülitamist peab seade 10 minutit soojenema. See- järel panna piirkonnalülitati asendisse "300 V" ja seada po- tentsiomeetrist "Установка нуля" osuti nullnäidule. Pärast mõõteriista nullimist seada piirkonnalülitati asendisse "Ка- либр." ja potentsiomeetrist "Калибровка" seada osuti ülemise skaala näidule "10". Nüüd on mõõteriist mõõtmiseks valmis.

Mõõtes ahelates, kus esineb alalispinge, tuleb arvesta- da seda, et mõõteriista sisendis on eralduskondensaator, mil- le lubatud tööpinge on 200 V alalispinget.

## 2. LAMPVOLTMEETER B3-13

Lampvoltmeeter B3-13 on ette nähtud siinuselise vahelduvpinge efektiivväärtuse mõõtmiseks sagedusdiapasoonis 20 Hz-1 MHz. Mõõteulatus 0,3 mV-300 V.

Tehnilised andmed:

Mõõtepiirkonnad: 3-10-30-100-300 mV; 1-3-10-30-100-300 V.

Sagedusala: 20 Hz-1 MHz.

Põhiviga: a)  $\pm$  4% piirkonnas 3 mV-1 V, sagedusalas 20 Hz-1 MHz,  
b)  $\pm$  4% piirkonnas 3 V-300 V, sagedusalas 20 Hz-20 kHz,  
c)  $\pm$  6% piirkonnas 3 V-300 V, sagedusalas 20 kHz-1 MHz.

Sisendtakistus:

mitte väiksem kui

- a) sagedusel 1000 Hz 1,0 M $\Omega$  piirkonnas 3 mV-1 V,  
1,6 M $\Omega$  piirkonnas 3 V-300 V,  
b) sagedusel 1 MHz igas piirkonnas 400 K $\Omega$ .

Sisendmahtuvus:

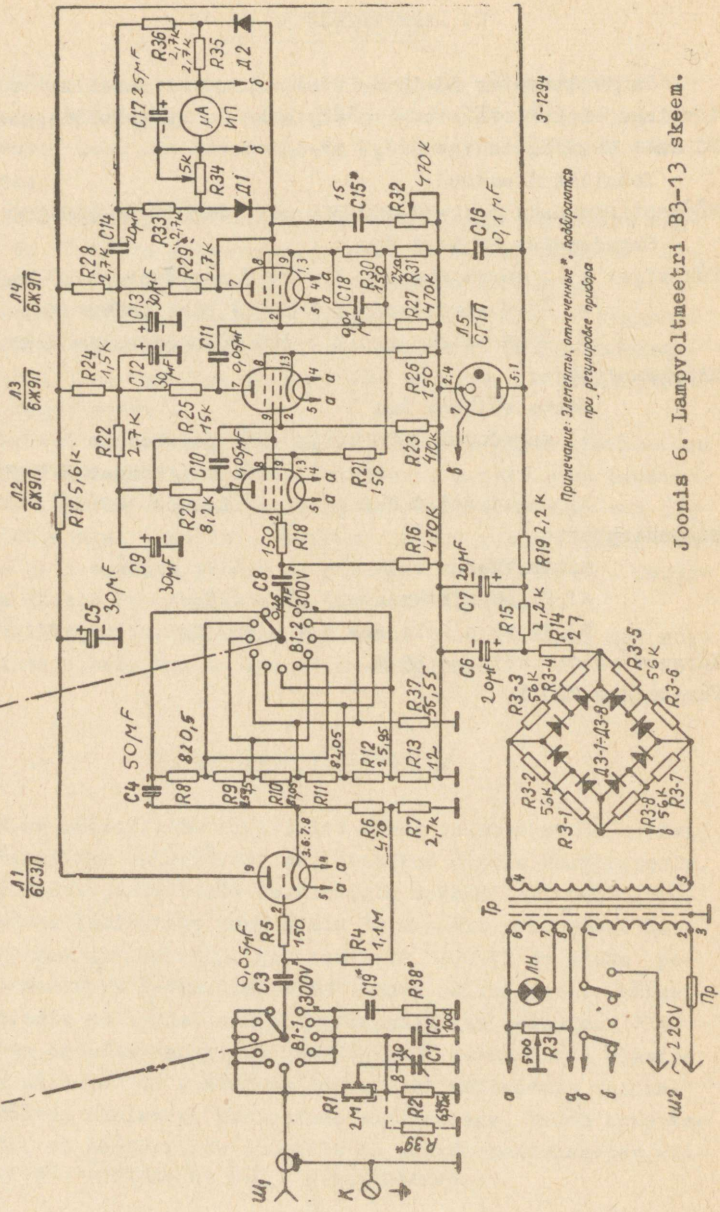
mitte suurem kui

- a) 25 pF piirkonnas 3 mV - 1 V,  
b) 15 pF piirkonnas 3 V - 300 V.

Võrgust võetav võimsus 50 W.

Võrgupinge 220 V.

Переключатель пределов  
 3mV 10mV 30mV 100mV 300mV 1V 3V 10V 30V 100V 300V  
 -30dB -40dB -30dB -20dB -10dB 0dB 10dB 20dB 30dB 40dB 50dB



3-1234

Примечание: Элементы, отмеченные \*, подбираются при регулировке прибора

Юонис 6. Lampvoltmeetri B3-13 skeem.

## Skeemi kirjeldus

Mõõteriista skeem (joon.6) koosneb järgmistest sõlmedest: sisendosa, võimendi, detektor, toiteosa.

Sisendosa koosneb katoodjärgijast ja pingejagajast. Pingejagajast antakse mõõdetav pinge võimendi sisendisse. Võimendi on kolmeastmeline takistussidestuses ja sügava tagasi-  
sidega. Võimendist antakse mõõdetav pinge detektorisse. Keskväärtuse detektor on koostatud sildlülitusena ja koosneb kahest germaaniumdiodist D2-B ning kahest takistist (R33 ja R36). Silla diagonaali on lülitatud läbi takistite R34 ja R35 mikroampermeeter M94 (100  $\mu$ A). Muudetava takisti R34 abil on mõõteriist reguleeritud täpseks tehases. Anoodpinget alaldatakse sildlülituses pooljuhtdiodidega D7-X ja stabiliseeritakse stabilovoldiga CT-1 II.

## Mõõteriista käsitsemine

Enne mõõteriista võrku lüülimist kontrollida osutiriista mehaanilist nulli. 5 minuti möödudes sisselüümisest on seade tööks valmis. Häirete vähendamiseks on vaja mõõteriista maandusklemm ühendada mõõdetava skeemi nullpotentsiaali omava punktiga.

Samal põhjusel on voltmeetri sisendpuks esiplaadist isoleeritud, kuid ühendatud riista sees šassiiga. Mõõtes võrgusageduslikku pinget, võib täheldada mõõtetulemuste erinevust ( $\pm 1,5\%$ ) sõltuvalt võrgujuhtme pistiku võrku ühendamise polaarsusest. Sel juhul tuleb täpsema tulemuse saavutamiseks võtta aritmeetiline keskmine mõõtetulemustest, mis on saadud pistiku eri polaarsustel.

Samal põhjusel ilmneb osuti tuiklemine, kui mõõdetava pinge sagedus erineb vähe 50-st või 100-st hertsist. Lugemiseks võtta hälbe keskväärtaus.

Vältida mõõteriista ülekoormamist!

### 3. LAMPVOLTMEETER B3-3 (MBJ-3)

Lampmillivoltmeetrit MBJ -3 kasutatakse siinuselise pinge mõõtmiseks vahemikus 0,5-1000 mV (välise pingejagajaga kuni 100 V) sagedusalas 30 Hz-10 MHz.

Seadet võib kasutada ka lairibavõimendina.

Tehnilised andmed:

Mõõtepiirkonnad: 10-30-100-300-1000 mV.

Piirkondi on võimalik laiendada, kasutades välist pingejagajat 1:100.

Sagedusala: 30 Hz-10 MHz.

Põhiviga sagedusel 50 Hz  $\pm$  3%.

Sageduskarakteristiku ebaühtlus sagedusalas 30 Hz-5 MHz ei ületa  $\pm$  5% 1000 Hz suhtes, sagedusalas 5-10 MHz ei ületa  $\pm$  10%.

Prooviku sisendimpedants: aktiivtakistus 1 M $\Omega$ , šunteeritud mahtuvusega 10 pF.

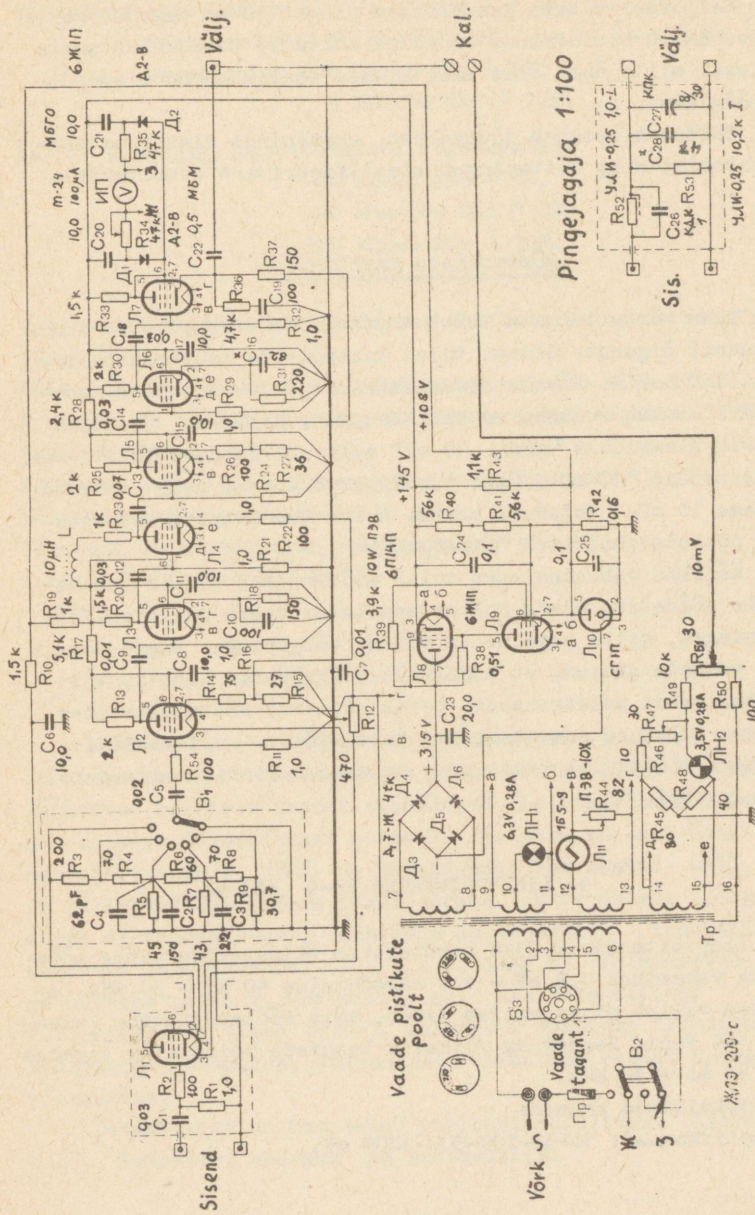
Kalibreerimispinge: 10 mV 50 Hz.

Seadme kasutamisel võimendina on väljundtakistus sagedustel üle 20 kHz 35 $\Omega$ ; helisagedustel väljundtakistus võrdub eralduskondensaatori reaktiivtakistusega (C=0,5 $\mu$ F).

Võimendi võimendus 43. Tarbitav võimsus 80 W.

#### Skeemi kirjeldus

Seadme skeemi (joon.7) koosseisu kuuluvad: proovik, attenuaator, lairibavõimendi, detektor osutiriistaga, toiteosa koos kalibreerimisallikaga. Proovikus kasutatakse katoodjärgijat, mille ülekanalitegur on 0,6. Katoodjärgija koormuseks on attenuaator, millelt antakse signaal kuueastmelise lairibavõimendi sisendisse. Võimendis on kasutatud lampe 6 X11. Sagedust korrigeerivaks elemendiks on induktiivsus kolmanda astme anoodahelas. Võimendusteguri stabiliseerimiseks on kasutatud sügavat tagasisidet. Võimendi üldine võimendus on umbes 200. Detektoris kasutatakse pinge kahekordistaja skeemi. Registreerivaks osutiriistaks on M24 100 $\mu$  A.



Joonis 7. Lampvoltmeetri B 3-3 (MBJ-5) skeem.

Ж.73-235-с

Kalibreerimiseks kasutatakse pinget 10 mV sagedusega 50 Hz. Kalibreerimisahel on välja ehitatud tasakaalustamata sillana, mille ühes õlas kasutatakse ebalineaarse elemendina hõõglampi.

Toiteosa koosneb jõutrafoost, anoodpinge elektronstabilisaatorist ning küttepinget stabiliseerivast barreterist.

### Mõõteriista käsitsemine

Enne võrku lüümist tuleb kontrollida võrgupingete lülitasi asendi õigsust. Samuti tuleb kontrollida osutiriista mehaanilist nulli. Pärast sisselüümist ja 10-minutilist soojenemist tuleb voltmeeter kalibreerida. Selleks ühendada proovik klemmidele "ВЫХОД 10 mV" ning piirkondade lülitisi seada asendisse "10 mV". Õige tundlikkuse korral peab osuti näitama 10 mV. Vajaduse korral tuleb tundlikkust korrigeerida potentsiomeetrist "Калибровка".

Häirete vähendamiseks tuleb mõõteriista korpus ühendada ühe mõõdetava ahela nullpotentsiaali omava punktiga. Mõõtes pinget, mille sagedus on võrdne võrgupinge sagedusega, võib esineda juhtum, et sõltuvalt võrgujuhtme pistiku võrku ühendamise polaarsusest, tekib erinevus mõõtetulemustes. Täpsema tulemuse saavutamiseks tuleb võtta aritmeetiline keskmine mõõtetulemustest, mis on saadud pistiku erinevatel polaarsustel.

#### 4. LAMPVOLTMEETER B3-4 (МВЛ-4)

Lampvoltmeetrit B3-4 kasutatakse siinuselise pinge mõõtmiseks vahemikus 0,8 mV - 1 V sagedusalas 40 Hz - 30 MHz. Kasutades välist pingejagajat 1:100, võib mõõtepiirkonda laiendada 100 V-ni. Seadet on võimalik kasutada võimendina sagedusalas 40 Hz - 30 MHz.

Tehnilised andmed:

Mõõtepiirkonnad: 10-30-100-300-1000 mV.

Põhiviga: sagedusalas 400 Hz-20 kHz  $\pm 2,5\%$ ,  
sagedusalades 20 kHz-500 kHz ja 40 Hz-400 Hz  $\pm 4\%$ ,  
sagedusalas 500 kHz-5 MHz  $\pm 6\%$ ,  
5 MHz-30 MHz  $\pm 12\%$ .

Välise pingejagajaga mõõtmisel sagedusalas:  
40 Hz-20 kHz  $\pm 4\%$ ,  
20 kHz-500 kHz  $\pm 6\%$ ,  
500 kHz-5 MHz  $\pm 10\%$ ,  
5 MHz-30 MHz  $\pm 15\%$ .

Voltmeetri kalibreerimise täpsus kalibreerimisgeneraatori järgi  $\pm 1\%$ .

Mõõdetava pinge lubatud ebalineaarmoonutused alla 1%.

Prooviku ja välise pingejagaja sisetakistus sagedusel 1000 Hz  $1 \text{ M}\Omega \pm 10\%$ .

Prooviku ja välise pingejagaja sisendmahtuvus: 12 pF.

Võimendi sagedusala: 40 Hz-30 MHz.

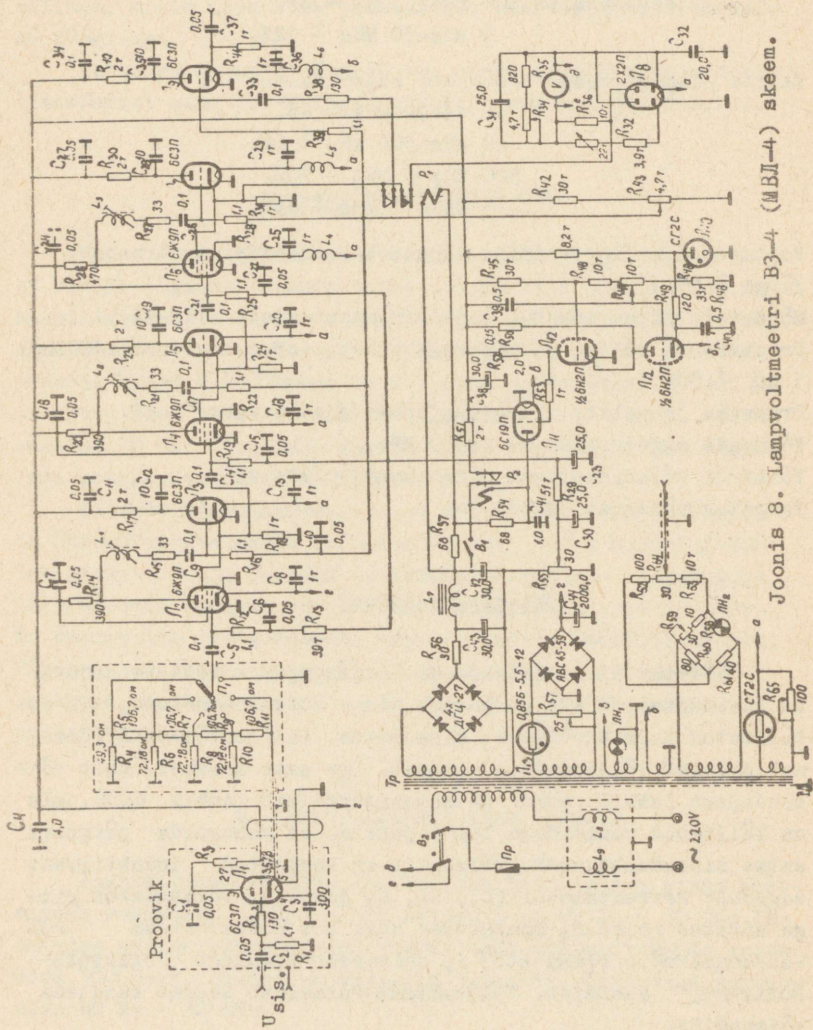
Võimendi võimendustegur piirkonnal 10 mV: 100.

Tarbitav võimsus: 200 VA.

### Skeemi kirjeldus

Mõõdetav pinge antakse katoodjärgijat sisaldava prooviku sisendisse, seejärel saabub pinge attenuaatorisse, mis on lülitatud lairibavõimendi sisendisse. Lairibavõimendi koosneb kolmest võimendavast astmest. Iga aste koosneb ühest võimendajast lambil 6Ж9П ja katoodjärgijast lambil 6С3П, mis on lülitatud võimendaja lambi järele, et vähendada järgneva astme sisendmahtuvust. Võimendis on kasutatud induktiivset sageduse korrektsiooni ( $L_1, L_2, L_3$  joon.8). Võimendatud pinge antakse rele  $P_1$  kontaktide abil kas detektorisse või väljundastmele (lamp 6С3П), sõltuvalt tumpleri "УСИЛИТЕЛЬ-ВОЛЬТМЕТР" asendist. Väljundaste võimaldab seadet kasutada võimendina.

Detektoriks on kasutatud poolperioodlülitust diodiga 6Х2П. Detektori koormus on mahtuvuslik.



Joonis 8. Lampvoltmeetri B3-4 (MBJ-4) skeem.

Seadmel on sisemine kalibreerimispinge allikas, mille järgi on võimalik kontrollida ja reguleerida voltmeetri tundlikkust. Kalibreerimispinge allikaks on kasutatud ebalineaarse elemendiga sildlülitust. Kalibreerimispinge on 10 mV 50 Hz.

### Mõõteriista kasitsemine

Enne seadme võrku lüütmist tuleb kontrollida osuti mehaanilist nulli. Pärast võrku lüütmist peab voltmeeter soojenema 15 min. Pärast soojenemist tuleb osutiriist seada nullnäidule potentsiomeetrist "Уст.нуля". Nullida on soovitatav piirkonnalülitit asendis "0". Järgmisena tuleb kontrollida voltmeetri tundlikkust. Selleks tuleb proovik asetada pesasse "Калибровка" ning piirkonnalülitit seada asendisse "10 mV". Voltmeeter jääb sel juhul näitama 10 mV. Vajaduse korral tuleb näitu korrigeerida potentsiomeetrist "Калибровка". Kalibreerimist kontrollida iga 1/2 tunni järel. Kuna voltmeeter on küllaltki tundlik, tuleb kasutada kõiki teadaolevaid abinõusid häirete kõrvaldamiseks (maandus, lühikesed juhtmed, varjestamine jne.). Mõõdetav ahel on soovitatav pingestada alles pärast prooviku külge ühendamist, et vevenduda häirete puudumises.

### 5. KÕRGSAGEDUSVOLTMEETER B3-15

Voltmeeter mõõdab siinuselist pinget sobitatud süsteemides ja generaatorites, millede väljundtakistus on alla 600 Ω. Mõõteulatus: 0,15-5 V; pingejagajaga 1:40 6-200 V. Sagedusala 50 Hz-300 MHz. Sagedustel kuni 1000 MHz töötab mõõteriist indikaatorina.

Tehnilised andmed:

Mõõtepiirkonnad: 0,25-0,5-1-2,5-5 V (omab välist pingejagajat 1:40).

Sagedusala: 50 Hz-30 MHz,

pingejagajaga 2-300 MHz.

Sagedusel 1000 Hz töötab indikaatorina.

Põhiviga, väljendatuna %-des skaala pikkusest:

piirkondadel 0,5-5 V, sagedusalas 1 kHz-100 MHz  $\pm 4\%$ ,  
piirkonnal 0,25 V, sagedusalas 1 kHz-100 MHz  $\pm 6\%$ ,  
piirkondadel 0,5-5 V, sagedusalas 50 Hz-300 MHz  $\pm 6\%$ ,  
piirkonnal 0,25 V, sagedusalas 50 Hz-300 MHz  $\pm 10\%$ .

Kasutades välist pingejagajat, ei ületa põhiviga sagedustel üle 10 MHz  $\pm 10\%$ . Sagedustel alla 10 MHz kasutatakse parandustabeleid mõõteriista instruksioonis.

Sisendtakistus:

sagedustel 1 kHz piirkonnal 0,25 V üle 1,5 k $\Omega$ ,  
piirkonnal 5 V üle 2,5 k $\Omega$ .

Teistel piirkondadel üle 5 k $\Omega$ .

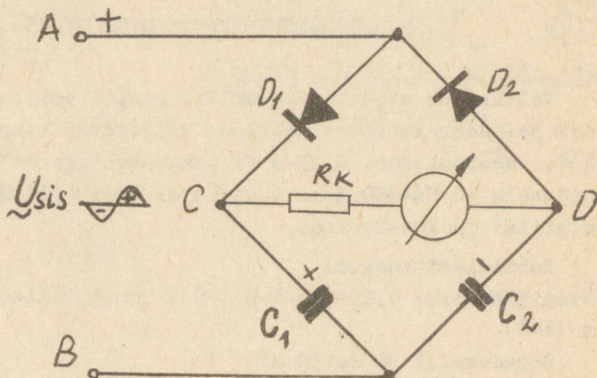
Sisendmahtuvus: 5 pF,

pingejagajaga alla 2,6 pF.

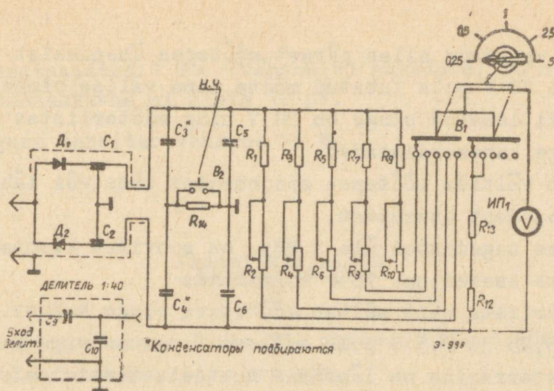
Mõõdetava pingelubatud ebalineaarMoonutuste tegur 1%.

### Skeemi kirjeldus

Pinge mõõtmiseks on kasutatud detekteerivat skeemi, kus on kasutatud pinget kahekordistuse lülitust. Sellise skeemi (joon.10) tööpõhimõtet selgitab joonis 9.



Joonis 9. Voltmeetri B3-15 tööpõhimõtet selgitav skeem.



Joonis 10. Kõrgsagedusvoltmeetri B3-15 skeem.

Esimesel poolperioodil laetakse kondensaator  $C_1$  mõõdetava pinge amplituudväärtusele lähedase pingeni. Teisel poolperioodil laetakse kondensaator  $C_2$ . Selle tagajärjel on punktide CD vahel mõõdetava pinge ligikaudne kahekordne amplituudväärtus.

Dioidid  $D_1$  ja  $D_2$  asuvad mõõtepeas, samas on ka kondensaatorid  $C_1$  ja  $C_2$ , mis töötavad sagedusalas üle 100 kHz. Mõõtmisel sagedustel alla 100 kHz lülitatakse sisse esiplaadil oleva lülitiga lisamahtused, mis asuvad mõõteriista kastis.

Alaldatud pinget skeemi punktides CD mõõdetakse mikroampermeetriga M-24 ( $50 \mu A$ ), millega vastavalt piirkonnale lülitatakse järjestikku lisatakistused. Mõõteriista skaala on gradueeritud efektiivväärtusele.

### Mõõteriista käsitsemine

Enne mõõtmist kontrollida osutiriista mehaanilist nulli. Piirkonnalüliti tuleb algul asetada piirkonnale "5 V". Kui mõõdetav pinge ületab 5 V, tuleb mõõtepea otsa kinnitada väline pingejagaja. Kui mõõdetava pinge sagedus on alla 100 kHz, tuleb vajutada lülitile "H.Ч.". Võib mõõta ahelates, mis sisaldavad alaliskomponenti kuni 300 V, seejuures võib lüliti-

le "H.4." vajutada alles pärast mõõtepea ühendamist skeemi. Pinget üle 10 V pole lubatud mõõta ilma välise pingejagajata, sest diodi lubatud pinge on 20 V ning mõõteriistas on kasutatud pinge kahekordistajat.

Tuleb vältida mõõtepea soojenemist käes või lähedal asuvatest soojadest esemetest.

Mõõtes sagedustel üle 1 MHz, on soovitatav kasutada ühendusjuhtmete asemel nn. 75  $\Omega$  kolmikuid.

Mõõteriista näit sõltub mõõdetava pinge kujust. Piirkondadel 0,25 ja 0,5 V pole sellest tingitud viga kuigi suur, sest detekteerimine on lähedane ruutdetekteerimisele. Ülejäänud piirkondadel on tegemist amplituuddetekteerimisele lähedase detekteerimisega.

## 6. IMPULSSMILLIVOLTMEETER B4-1A (MBM - 1M)

Impulssmillivoltmeeter on mõeldud väikeste täisnurksete videoimpulsside ja siinuseliste pingete mõõtmiseks. Mõõteriist mõõdab positiivse või negatiivse polaarsusega impulsside tippväärtust keskväärtuse suhtes.

Tehnilised andmed:

Mõõtepiirkonnad: 0-10-30-100-300-1000-3000 mV.

Kasutades välist pingejagajat 1:100, on võimalik mõõta amplituudpinget kuni 300 V.

Impulsside kestus: 1-200  $\mu$ s harvenduse 100-2500 ja kordusageduse mitte alla 50 Hz juures.

Siinuselist pinget mõõdab sagedustel 30 Hz-500 kHz.

Põhiviga:

- a)  $\pm$  4% impulssidel kestusega 1-200  $\mu$ s, harvendusega 100-500,
- b)  $\pm$  4% siinuselise pinge puhul sagedustel 50 Hz-20 kHz,
- c) välise pingejagajaga mõõtes  $\pm$  4% skaala nominaalväärtusest pluss  $\pm$  1% mõõdetavast pingest.

Lisaviga täisnurksete impulsside mõõtmisel impulsside kestusega 1-80  $\mu$ s ja harvendusega 500-2500 ei ületa 4%. Suurema harvendusega impulsside mõõtmisel kasutatakse paranduskõveraid mõõteriista juurde lisatud instruktsioonis.

Sisendtakistus  $1 \text{ M}\Omega$  (vähemalt) sagedusel 50 Hz.

Sisendmahtuvus ei ületa 10 pF.

Võrgust tarbitav võimsus 75 W.

### Skeemi kirjeldus

Mõõteriista skeem (joon.11) koosneb viiest põhiosast:

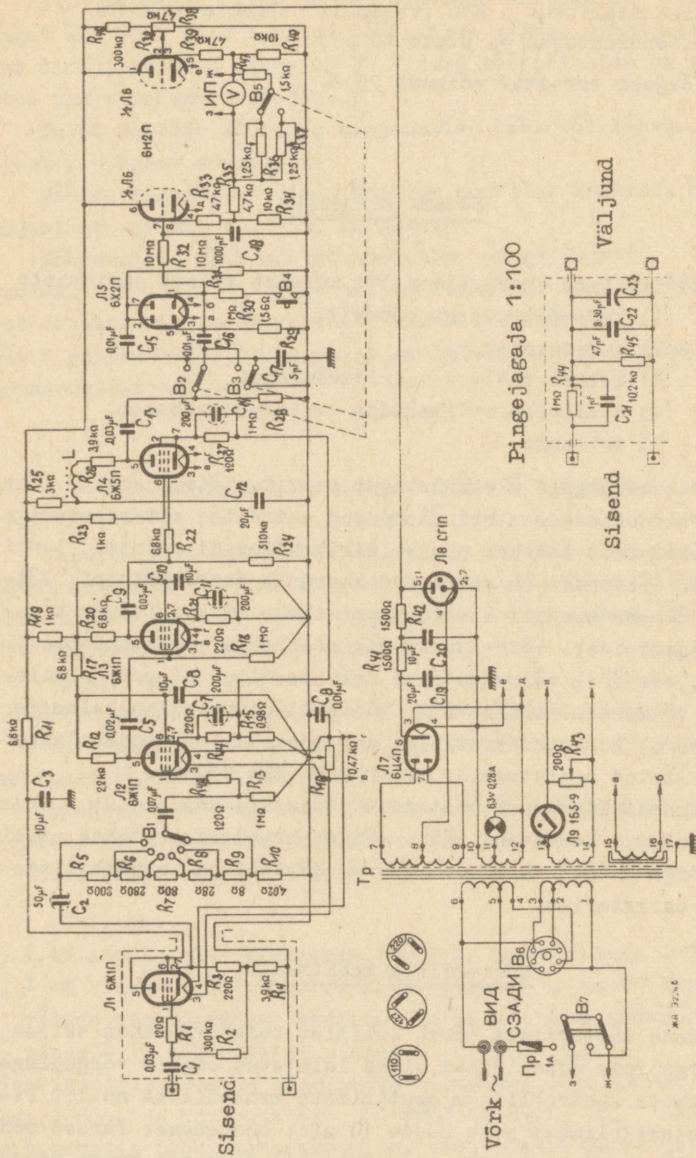
- 1) katoodjärgijaga proovik,
- 2) attenuaator,
- 3) kolmeastmeline lairibavõimendi,
- 4) alalispingevõimendiga amplituuddetektor,
- 5) toiteosa.

Katoodjärgija ülekanalitegur on 0,8. Katoodjärgija on üle eralduskondensaatori ühendatud astmelise attenuaatoriga. Attenuaatorist antakse pinge lairibavõimendi esimese lambi võrele. Võimendis on kasutatud sageduse korrektsiooni. Võimendi ülekanaliteguri stabiliseerimiseks on kasutatud sügavat tagasisidet. Võimendatud pinge antakse amplituuddektoris, seejärel võimendatakse detekteeritud pinget alalisvoolu võimendis. Alalisvoolu võimendi on paralleelbalansslülituses, koormustakistitega katoodahelas. Katoodahelasse on lülitatud registreeriv osutiriist M24  $100 \mu\text{A}$ .

Anoodtoidet saab mõõteriist täisperioodalaldist, kus on kasutatud kenotroni 6Ц5С. Pinge stabiliseeritakse stabilovoldiga СГ1П. Lampide Л1-Л4 küttepinge on stabiliseeritud barreteriga.

### Mõõteriista käsitsemine

Enne mõõteriista võrku lülitamist tuleb veenduda selles, et võrgupinge ümberlülitati oleks lülitatud õigele võrgupingele, samuti kontrollitagu osutiriista mehaanilist nulli. Pärast sisselülitamist peab seade 10 min. soojenema. Pärast seda tuleb lühistada prooviku sisendklemmid ja seada osuti nupust "Устан.нуля" nulli.



Pingeajaja 1:100

Väljund

Sisend

Joonis 11. Impulssvoltageetri B4-1A (MBV-1) skeem.

Nüüd on mõõteriist mõõtmiseks valmis. Olenevalt sellest, kumba polaarsust mõõdetakse, seatakse nupp "Полярность" vastavasse asendisse. Et kiirendada osuti tagasipöördumist pärast mõõtmist, tuleb vajutada nupule "Разряд", millega tühjendatakse tippdetektori kondensaator.

Kui mõõdetavas ahelas on alalispinge, tuleb arvestada seda, et mõõteriista sisendis on kondensaator, mille lubatud tööpinge on 200 V.

Mõõtes siinuselist pinget võrgu sagedusega võrdsel sagedusel, ilmneb lahkumine mõõtetulemuses, sõltuvalt võrgujuhtme pistiku polaarsusest. Õige tulemuse saamiseks tuleb võtta aritmeetiline keskmine mõõtetulemustest, mis on saadud võrgujuhtme eri polaarsustel.

Et siinuselise pinge mõõtmisel detektor mõõdab tippväärtust, tuleb kasutada skaalat "0,707 V", mis annab mõõdetud pinge efektiivväärtuse, mis on õige puhta siinuse puhul.

## 7. IMPULSSLAMPVOLTMEETER B4-2 (ВЛИ - 3)

Impulssvoltmeeter B4-2 mõõdab täisnurksete videoimpulsside amplituudpinget. Seade võimaldab mõõta nii positiivseid kui ka negatiivseid impulsse amplituudiga 3-150 V keskvärtuse joonest. Välise pingejagajaga mõõdab kuni 500 V.

Tehnilised andmed:

Mõõtepiirkonnad: 15-50-150 V.

Põhiviga:  $\pm 4\%$  skaala lõppväärtusest ja välise pingejagajaga 1:10  $\pm 6\%$ , kui:

- a) impulsside kestus on 0,1-300  $\mu$  s, harvendus 50-500, mõõdetava ahela väljundtakistus on alla 1 k $\Omega$ ,
- b) impulsside kestus on 0,2-100  $\mu$  s, harvendus 50-500, mõõdetava ahela väljundtakistus on alla 3 k $\Omega$ .

Impulsside kordussagedus mõõtmisel on üle 20 Hz. Viga, impulsside puhul harvendusega 500–2500, on 6% ja välist pingegajagajat kasutades sagedustel üle 100 Hz ei ületa  $\pm 10\%$ , kui:

- impulsside kestus on 0,1–100  $\mu\text{s}$  ja mõõdetava ahela väljundtakistus on alla 1 k $\Omega$ ,
- impulsside kestus on 0,2–10  $\mu\text{s}$  ja mõõdetava ahela väljundtakistus on 3 k $\Omega$ .

Sisendtakistus: üle 200 k $\Omega$  sagedusel 4 MHz ja 20 M $\Omega$  sagedusel 50 Hz.

Sisendmahtuvus: alla 14 pF.

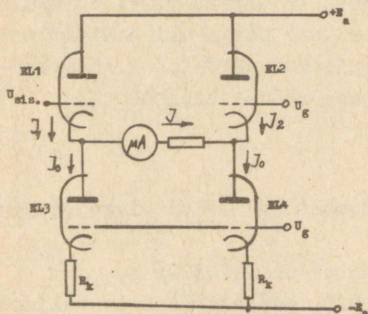
Toide: 220 V 50 Hz.

Tarbitav võimsus: 30 VA.

### Skeemi kirjeldus

Mõõteriista B4–2 (joon.13) tööpõhimõte seisneb selles, et impulsspinge muundatakse tippdetektoris alalispingeks, mida mõõdetakse alalispinge voltmeetriga.

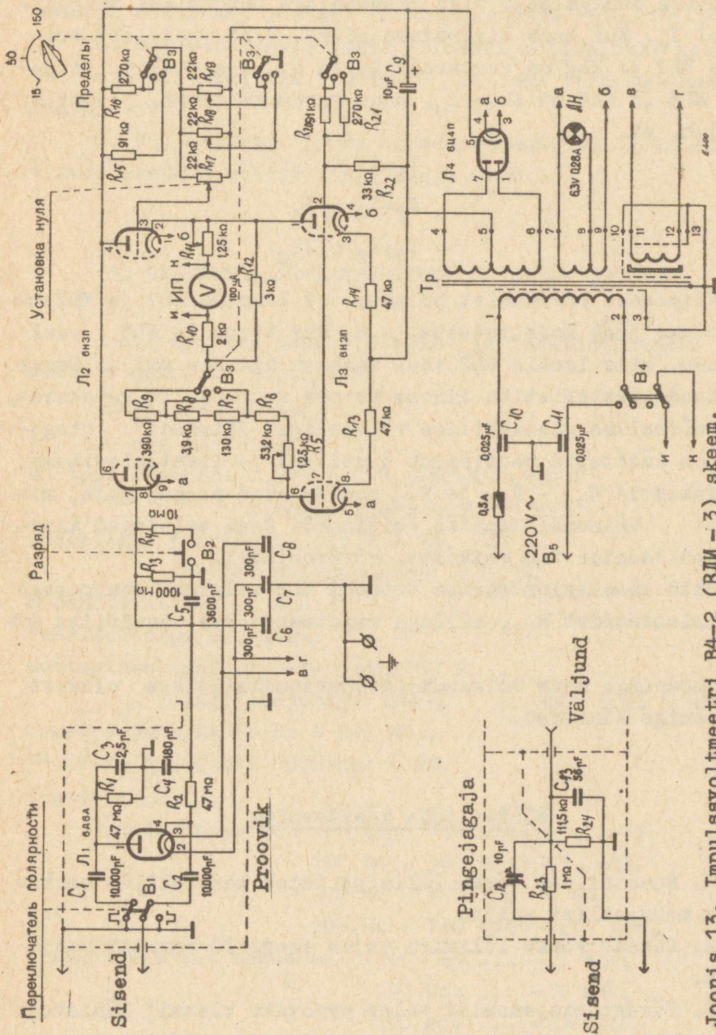
Tippdetektor on monteeritud mõõtepeasse ("proovik"), kus asub ka polaarsuse ümberlülititi.



Joonis 12. Seadme B4–2 tööpõhimõtet selgitav skeem.

Alalispingevõimendis on kasutatud balansslülituses kaksiktriode. Võimendi tööpõhimõtet selgitav skeem on joonisel 12. Trioodid EL3 ja EL4 on katoodkoormuseks lampidele EL1 ja EL2. Kui võimendi sisendisse anda mõõdetav detekteeritud pinge, muutuvad lampide EL3 ja EL4 anoodpinged. Anoodpinge muutus kutsub esile lampi

lähiva voolu muutuse. Selle tagajärjel muutub ka negatiivne võre-eelpinge, mille mõju anoodvoolule on vastupidine. Katood-



Joonis 13. Impulsvoltmetri B4-2 (ВЛМ - 3) skeem.

takistid  $R_k$  ja võre-eelpinge on valitud sellised, et vool läbi trioodide EL3 ja EL4 jääks praktiliselt konstantseks anoodpinge muutumisel. Olgu sisendpinge puudumisel trioodide vool  $I_0$ . Kui anda sisendisse pinge, siis vool läbi trioodide EL1 ja EL2 on vastavalt  $I_1$  ja  $I_2$ , aga voolud trioodides EL3 ja EL4 on ikka  $I_0$ , nagu varem märgitud. Skeemilt järeldub, et

$$I_1 = I_0 + I,$$

$$I_2 = I_0 - I,$$

$$I_1 + I_2 = 2I_0.$$

Viimasest võrrandist on näha, et lampide EL1 ja EL2 voolude summa jääb konstantseks, s.t. kui trioodis EL1 vool suureneb, siis lambis EL2 vool väheneb niisama palju. Seega amplituudkarakteristiku lineaarne osa suureneb kahekordselt, võrreldes ühelambilise võimendiga. Võimendi diagonaali on lülitatud osutiriist šuntidega ja lisatakistitega.

Takistid  $R_{15} - R_{21}$  ja  $R_{22}$  moodustavad pingejagaja, mis määrab võimendi lampide eelpinged. Need eelpinged kindlustavad lampide töö väikestel võrevooludel.

Sild tasakaalustatakse trioodi EL2 eelpinge muutmisega potentsiomeetrist  $R_{17}$ , millega reguleeritakse osutiriist nulli.

Anoodpinge saab võimendi täisperiodlülituses olevast kenotroniga alaldist.

### Mõõteriista käsitsemine

1. Enne riista võrku lüümist tuleb kontrollida osutiriista mehaanilist nulli.
2. Pärast võrku lüümist vajab seade 30 minutit soojenemist.
3. Pärast soojenemist tuleb prooviku klemmid lühistada ühendusjuhtmete abil ja nullida osutiriist potentsiomeetrist "Уст. нуля".
4. Sõltuvalt mõõdetava pinge polaarsusest panna polaar-

suse lülitati vastavale polaarsusele.

5. Seada mõõtepiirkondade lülitati "Пределы" vastavalt mõõdetava pinge väärtusele õigele piirkonnale ning ühendada proovik mõõdetava ahelaga ühendusjuhtmete abil.

6. Kui soovitakse osuti kiiresti nullnäidule seada, tuleb vajutada lülitile "Разряд", millega vähendatakse aja-konstanti.

7. Kui mõõdetav pinge on suurem kui 500 V, tuleb proovikule asetada väline pingejagaja 1:10.

#### 8. UNIVERSAALNE LAMPVOLTMEETER BK7-4 (БОЛЪ-1)

Seade on ette nähtud alalis- ja vahelduvpingete ning elektritakistuse mõõtmiseks.

Tehnilised andmed:

Alalispinge mõõtmine.

Mõõtepiirkonnad: 0,5-1,5-5-1,5-50-150-500 V,  
pingejagajaga kuni 15 kV.

Mõõteviga: piirkonnas 0,5 V  $\pm$  4%,  
teistes piirkondades:  $\pm$  2,5%.

Sisendtakistus: 25 M $\Omega$ .

Vahelduvpinge mõõtmine.

Mõõtepiirkonnad: 1,5-5-15-50-150 V,  
pingejagajatega ДНН-I ja ДМЕ kuni 5 kV.

Sagedusvahemik: 20 Hz - 700 MHz.

Põhiviga sagedusel 1000 Hz:  $\pm$  2%.

Sagedusviga:

sagedusvahemikus	20 Hz - 100 MHz:	+3, -5%,
"	100 Hz - 300 MHz:	+3, -8%,
"	300 Hz - 500 MHz:	$\pm$ 8%,
"	500 Hz - 700 MHz:	+20, -5%.

Sisendtakistus: sagedusel 1000 Hz ... - 5 M $\Omega$ ,

" 10 MHz ... - 1 M $\Omega$ ,

" 100 MHz ... -100 k $\Omega$ .

Prooviku sisendmahtuvus: 2 pF.

Prooviku sisendmahtuvus varjega: 2,5 pF.

Takistuse mõõtmine.

Mõõteulatus: 1  $\Omega$  kuni 50 M  $\Omega$  seitsmes piirkonnas:

x10-x100-x1k-x10k-x100k-x1M-x10M.

Mõõteviga:

piirkonnal x10  $\pm$  4%,

teistel piirkondadel  $\pm$  2,5% skaala töötavast pikkusest.

Toide: 220 V, 50 Hz.

Tarbimisvõimsus: umbes 80 VA.

### Skeemi kirjeldus

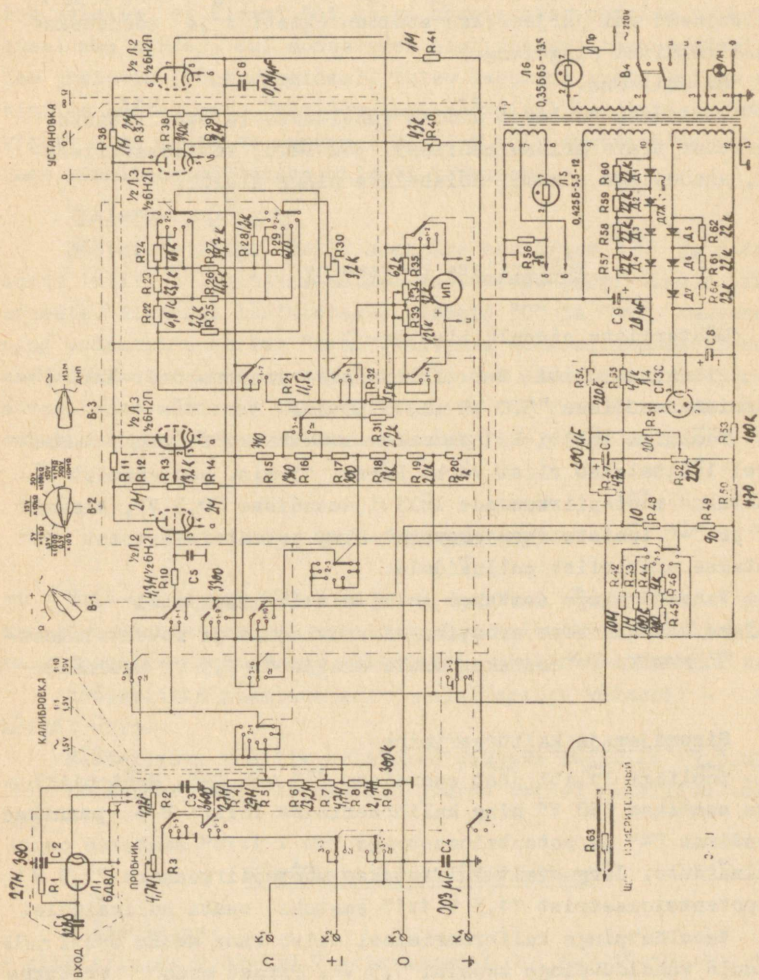
Seadme skeem (joon.14) koosneb järgmistest põhiosadest:

1. Kõrgsageduslik proovik dioddetektoriga ning diodi algvoolu kompenseerimise ahelaga. Detekteerimisel kasutatakse suletud sisendiga paralleelset skeemi. Elektrilise nulli stabiliseerimiseks ja diodi algvoolust tingitud pinge kompenseerimiseks on sisendjagaja ja riista šassii vahel kompensatsioonipinge, osuti nullitakse potentsiomeetriga "УСТ. 0".

2. Sisendpingejagaja  $R_4 - R_9$ , mille ülesandeks on nõrgendada suuri mõõdetavaid pingeid.

3. Kaheastmeline alalisvoolu võimendi, milles on kasutatud balansslülitust. Lülituse tasakaalu sõltuvus anood- ja eelpingest on viidud miinimumini ühise kõrgeoomilise katoodtakisti abil. Teises astmes on kasutatud katoodjärgijate balansslülitust. Teise astme katoodide vahele on lülitatud osutiriist M24. Võimendi on haaratud sajabrotsendilise tagasisidega.

4. Kalibreerimisahel sisendjagaja ja välise alalispinge jagaja ДНН-1 (15 kV) kalibreerimiseks. Ahel koosneb täppis- traattakisteist  $R_{15} - R_{19}$ , millelt antakse mõõteriista sisendisse kalibreerimispinge. Riist kalibreeritakse osutiriista näidu reguleerimisega nullile.



Жоонис 14. Универсаalse lampvoltmeetri BK7-4 (BOLY-1) skeem.

## 5. Oommeetriahel.

Oommeetri skeem kujutab endast lampvoltmeetrit etaloon-takistite magasiniga ning mõõtepinge allikaga. Mõõtmise põhimõte seisneb selles, et mõõdetav takisti  $R_e$  lülitatakse paralleelselt või järjestikku etaloontakistiga ja mõõdetakse temal tekkivat pingelangu.

## 6. Toiteosa.

Toiteossa kuuluvad üldine vahelduvvoolu stabilisaator (barreter trafo primaarmähises), jõutrafo, küttestabilisaator, anoodpinge alaldi, abiahelate pinge alaldi.

## Mõõteriista käsitsemine

### Mõõteriista sisselülitamine

Piirkonnalüliti B-2 lülitatakse enne seadme võrku lülitamist asendisse "500 V" või "150 V".

Tööliigi lüliti B-1 pannakse asendisse "+" või "-". Seejärel lülitatakse riist võrku. Pärast 15-min. soojenemist lülitatakse mõõtepiirkondade lüliti asendisse "0,5 V", klemmid "0" ja "I" lühistatakse omavahel ning potentsiomeetrist "0" seatakse osutiriist nullnäidule.

Vahelduvpinge seatakse nulli ainult piirkonnal "1,5 V". Selleks lühistatakse prooviku sisendklemmid ja potentsiomeetrist "УСТАНОВ. 0V" seatakse osuti skaala " $\sim 1,5$  V" nullnäidule.

### Sisendjagaja kalibreerimine

Tööliigi lüliti jääb asendisse "+" või "-". Mõõtepiirkonnaks seatakse "50 V" ning kalibreerimise lüliti B-3 pannakse asendisse. "W" ja potentsiomeetriga "50 V 1:10" seatakse osuti nullnäidule. Järgnevalt lülitatakse mõõtepiirkonnaks "1,5 V" ja potentsiomeetrist "1,5 V 1:1" seatakse osuti nullnäidule.

Vahelduvpinge kalibreerimisel tuleb enne seada osuti nullnäidule vahelduvpinge skaalal "1,5 V". Pärast seda seatakse piirkonnalüliti asendisse "1,5 V" ning tööliigi lüliti asendisse "W". Potentsiomeetriga "1,5V" seatakse osuti alalispinge skaala nullnäidule.

Pärast seda lülitatakse kalibreerimise lüliti asendisse "ИЗМ." ning seade on pingete mõõtmiseks valmis.

#### Pinge mõõtmine

Alalispinge mõõtmisel mitte maa või korpuse suhtes tuleb jälgida, et klemmi "0" külge ühendatakse madalam potentsiaal ~~maa~~ suhtes. Kui mõõdetakse alalispinget kõrgsageduslikes ahelates (võnkeringides), tuleb kasutada spetsiaalset takistiga mõõtejuhet. Vahelduvpinge mõõtmisel kasutatakse proovikut, mida mõõtmise mugavuse huvides võib spetsiaalse hoidjaga kinnitada mõõdetava objekti korpusega.

#### Takistuse mõõtmine

Mõõtmiste liigi lüliti seatakse asendisse "Ω" ja piirkonna lüliti lülitatakse mõõdetava suuruse järgi õigele piirkonnale. Seejärel lühistatakse klemmid "0" ja "Ω" omavahel ning potentsiomeetrist "∞ Ω" seatakse mõõteriista osuti oomeetri skaala äärmisesse parempoolsesse asendisse. Seejärel ühendatakse mõõdetav takisti klemmide "0" ja "Ω" vahele ning tehakse lugem. Oomeetri klemmide vaheline pinge on kuni 2 V.

### 9. VOLT-OOMMEETER BK7-7

Volt-oommeeter BK7-7 on kombineeritud mõõteriist, mis sisaldab dioodsisendiga vahelduvpinge voltmeetri, alalispinge võimendiga alalispinge voltmeetri, elektron-oomeetri.

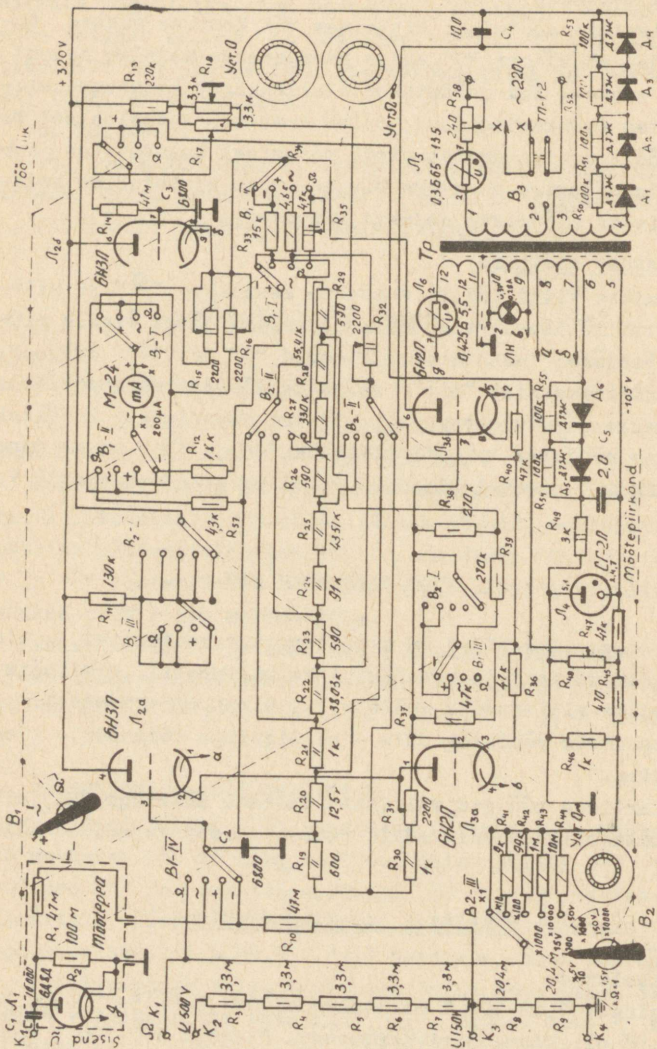
Mõõteriista põhiline sõlm - alalispinge võimendi. - on kõigil ühine.

Mõõteriista tööliik valitakse vastava lülitiga ( $B_1$ ), millega kommuteeritakse võimendile juurde teised vajalikud sõlmed.

#### Põhilised tehnilised andmed

##### Mõõteulatus:

- alalispingel 0,02-500 V piirkondadel 0-1,5-5-15-150-500 V. Viga  $\pm 2,5\%$  piirkonna nimiväärtusest. Pingeid 150-500 V mõõdetakse puksist  $\underline{U}$  500 V ( $K_2$ ) lüliti  $B_2$  asendil 150 V;



Joonis 15. Volt-oonmeetri BK7-7 skeem.

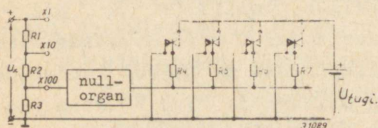
- vahelduvpingel 0,1-150 V piirkondadel 0-1,5-5-15-150 V, sagedusel 1000 Hz viga  $\pm 2,5\%$  pinge nimiväärtusest; sagedusribas 20 Hz-700 MHz sageduslik lisaviga -5 - +20% mõõdetavast pingest;

- oommeetri 100  $\Omega$  - 50 M  $\Omega$  piirkondadel x1, x10, x100, x1000 ja x10000. Viga  $\pm 10\%$  mõõdetavast suuruselt. Max mõõtepinge 2 V, max vool läbi mõõdetava takisti 2 mA.

### Mõõteriista skeemi (joon.15) kirjeldus

1. Mõõtepea vahelduvpinge mõõtmiseks sisaldab suletud sisendiga dioddetektori vaakuumdiodiga 6Д8Д ( $\Pi_1$ ) ja on ca 1 m pikkuse kaabli kaudu ühendatud mõõteriistaga.

2. Sisendpingejagaja koosneb takistitest  $R_3 - R_9$  (tüüpi МПН ) ja on vajalik pingete 150-500 V mõõtmiseks.



Joonis 16. Voltmeetri töö põhimõtet selgitav skeem.

$R_{19}-R_{29}$  on lülitatud mõõtetrioodide  $\Pi_2$  katoodide vahele. Piirkonnad 1,5-150 V ja oommeeter lülitatakse ümber nende eeltakistite ümberlülitamisega. Mõõdetav pinge antakse  $\Pi_{2a}$  võrele. Potentsiomeetriga  $R_{17}$  toimub võimendi elektriline nullimine enne mõõtmist (balanss õla  $\Pi_{26}$  võre potentsiaali muutmise teel).  $R_{18}$  on sisemine reguleerimisorgan elektrilise nulli jämereguleerimiseks.

4. Võimendi nullimiseks vahelduvpingete mõõtmisel (diodi algvoolu kompenseerimiseks) antakse balanssõlale negatiivne pinge potentsiomeetritelt  $R_{48}$ , mille võll on toodud esiplaadile ja varustatud nupuga "УСТ. 0v".

5. Elektron-oommeeter kujutab endast lampvoltmeetrit täppis-eeltakistite  $R_{41}-R_{44}$  komplektiga. Mõõdetav takisti  $R_x$

ühendatakse järjestikku ühega täppis-eeltakistitest  $R_{41}$ - $R_{44}$ , mida toidetakse stabiliseeritud pingega takistuselt  $R_{46}$ . Lampvoltmeeter mõõdab takistil  $R_x$  kujunenud pingelangu.  $R_x$ -i väärtus loetakse osutiriista skaalalt, mis on gradueeritud otseselt  $k\Omega$  -des. Oommeetri kalibreeritakse  $R_x$ -i puudumisel potentsiomeetri  $R_{35}$  ("УСТ.Ω ∞") abil osutiriista täishälbele.

6. Toiteosa. Riista võrgutrafot toidetakse barreteri abil 0,3E65-I35 ( $\Pi_5$ ) stabiliseeritud pingega. Lisaks sellele on barreteriga 0,425E5,5-I2 ( $\Pi_6$ ) stabiliseeritud mõõte diodi  $\Pi_1$  küte. Oommeetri ja diodi algvoolu kompenseerimise toiteahelaid on stabiliseeritud stabilovoldiga ЦГ-2II ( $\Pi_4$ ).

#### MÕÕTERIISTA KÄSITSEMINE JA SELLE ISEÄRASUSED

Enne võrku lüümist tuleb valida tööliik "+" ja piirkond "150 V". Pärast 5-10 min. soojenemist võib alustada riista nullimisega. Nullimiseks alalispingete mõõtmisel lühistada klemmid "U 150 V" ja " $\frac{1}{\infty}$ " ning piirkonnal "1,5 V" viia potentsiomeetriga "УСТ.0" mõõteriista osuti nullkriipsule.

Nullimiseks vahelduvpingete mõõtmisel ühendada mõõtepea sisendklemm mõõtepea korpusega ja piirkonnal "1,5 V" nullida potentsiomeetriga "УСТ.0~".

Takistuse mõõtmiseks nullida lühistatud klemmide "Ω" ja " $\frac{1}{\infty}$ " puhul potentsiomeetriga "УСТ.0", misjärel kõrvaldada lühis ja potentsiomeetriga "УСТ. Ω ∞" reguleerida osutiriist täishälbele. Pärast riista kasutamist kruvida mõõtepea kindlalt riista külge hoidjasse.

ON KEELATUD mõõtepead lasta kukkuda lauale või põrandale ning juhtmeid joota mõõtepea külge, mis põhjustab diodi või eralduskondensaatori  $C_1$  purunemise. Vahelduvpinge mõõtmiseks ühendada mõõtepea korpus objekti šassiiga ja suruda väljaviik kergelt vastu mõõdetavat punkti. Sagedustel alla 10-50 MHz, mil ühendusjuhtmete induktiivsus vähe mõjub, võib kasutada lühikest ühendusjuhet, mis ühendada mõõtepea väljaviigi külge spetsiaalse puksiga.

## 10. ARVNÄIDUGA VOLT-KILO-OOMMEETER BK2-6

Seade BK2-6 võimaldab mõõta alalispinget 0,01-1000 V ja elektrilist takistust 0,01-1999 k $\Omega$ .

Mõõtmistulemus väljendub kolme- või neljakohalise numbrina seadme tablool.

Tehnilised andmed:

Mõõteulatus:

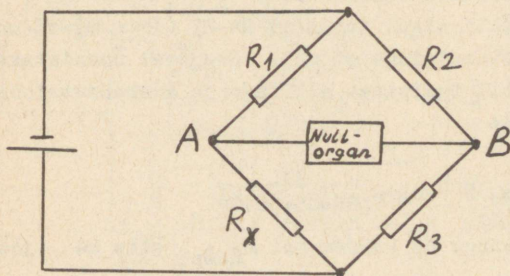
- pingete mõõtmisel 0,01-1000 V,
- takistuse mõõtmisel 0,01-1999 k $\Omega$ .

Põhiviga:

- pinge mõõtmisel  $\pm 0,2\%$  mõõdetavast suuruselt  $\pm 1$  viimane koht,
- takistuse mõõtmisel  $\pm 0,3\%$  mõõdetavast suuruselt  $\pm 1$  viimane koht.

Toodud põhivead garanteeritakse, kui mõõtmisel peetakse kinni järgmistest nõuetest:

- alalispinge mõõtmisel 50 Hz pulsatsioon ei tohi ületada 0,1% mõõdetavast suuruselt,
- takistuste mõõtmisel takistiga paralleelne mahtuvus ei tohi ületada:  
 $1\mu F$  takistuste 0,01-10 k $\Omega$  mõõtmisel; 0,1  $\mu F$ , kui mõõdetakse 10-100 k $\Omega$ , ja 0,01  $\mu F$ , kui mõõdetav takistus on vahemikus 100-1999 k $\Omega$ .
- takistuste mõõtmisel järjestikune induktiivsus ei tohi ületada 1 H.



Joonis 17. Oommeetri tööpõhimõtet selgitav skeem.

Sisendtakistuspinge mõõtmisel: üle 1 MΩ.

Ühe mõõtmistsükli aeg: alla 3 s.

Mõõteriist võib töötada järjest 8 tundi.

Tarbitav võimsus: alla 70 VA.

### Skeemi kirjeldus

Mõõteriist koosneb järgmistest sõlmedest (vt. joon.18):  
mõõteahel, juhtblokk, nullindikaator, tugipinge allikas,  
numbritabloo, toiteosa.

Seade on elektromehaanilist tüüpi ja mõõdab tsükli-  
liselt. Esimeseks töötsükliks voltmeetril on polaarsuse va-  
lik. Selleks lülitatakse tugipinge allikas mõõteskeemist  
välja ning nullindikaator määrab polaarsuse. Positiivsel si-  
sendpingel skeemis ümberlülitumisi ei toimu, negatiivsel si-  
sendpinge polaarsusel lülitatakse tugipinge polaarsus ja  
nullorgani sisendahel ümber. Järgmiseks tsükliks on piirkon-  
na valik. Sisendis oleva pingejagaja (R1, R2, R3 joonis 16)  
algseis on x100. Tugipinge jagatakse pingejagajaga, mille  
ülekanne on 1:11. Kui sisendpinge on alla 180 V (piirkonna  
x10 maksimaalne näit), siis valitakse piirkond x10. Kui si-  
sendpinge on suurem kui 180 V, jääb sisselülitatuks piir-  
kond x100. Kui sisendpinge on 18 V, siis valitakse piirkond  
x1. Kompensatsioonipinge antakse läbi tähekujulise potentsio-  
meetri, mis koosneb kolmest dekaadist - takistitest kaaluga  
2, 4, 2, 1- ja lisadekaadist, milles on üks takisti kaaluga 1.

Takistite väärtused dekaadides erinevad 10x järgmis-  
test dekaadides olevatest takistitest.

"Kaalumise" tsükli algul takistid R4-R7 (joon.16) on maan-  
datud ja kompensatsioonipinge on null. Seejärel ühendatakse  
takisti R4 relee abil tugipinge allikaga ja kompensatsiooni-  
pinge saab väärtuse:

$$U_{\text{komp.}} = U_{\text{tugip.}} \cdot \frac{G_4}{G_4 + G_5 + G_6 + G_7} .$$

Kui mõõdetav pinge on suurem kui  $U_{\text{komp}}$ , siis R4 jääb



sisse lülitatuks ja temaga paralleelselt lülitatakse veel R5 jne. Kui mõõdetav pinge on väiksem, siis R4 lülitatakse välja ja R5 sisse. Järjekorras lülitatakse sisse kõik takistid. Ahelasse lülitatuks jäävad need takistid, millede paralleelse ühenduse korral kompensatsioonipinge on võrdne mõõdetava pingega. Mõõteriista oomeetri ahel on koostatud ühekordse sillana, mille ühes diagonaalis on nullorgan, teise antakse toitepinge (joon.17). Kui sild on tasakaalus, siis diagonaalis AB puudub pinge. Võrrandist  $R_x \cdot R_2 = R_1 \cdot R_3$  võib leida  $R_x$ . Sild tasakaalustatakse takistite kommuteerimisega õlgades. Piirkond valitakse automaatselt takisti R1 muutmise. Releed, mis kommuteerivad takisteid R1, lülitavad tabloole koma märgi. Takistite R2 kommuteerimisega tasakaalustatakse sild ning kommuteerivate releede lülitumiste kombinatsioon annab tablool takistuse numbrilise väärtuse. Takistiteks R2 kasutatakse takisteid, mis moodustavad tähekujulise potentsiomeetri pinge mõõtmisel. Takistuse R2 valikul lülitatakse sisse algul lisdekaadi takisti kaaluga 1. Kui sellega toimub alakompenseerimine, jääb see takisti sisse lülitatuks ja prooviks lülitatakse temaga paralleelselt teise dekaadi takisti kaaluga 2. Ülekompenseerimise korral lisdekaadi takisti lülitatakse välja ning tema asemele lülitatakse prooviks teise dekaadi takisti kaaluga 2. Kui seejuures toimub alakompenseerimine, jääb takisti sisse lülitatuks ja järgmisena lülitatakse sisse prooviks takisti kaaluga 4 jne. Selliselt järjekorras lülitatakse sisse kõik takistid ning ahelasse lülitatuks jäävad need takistid, millede paralleellülituse korral sild tasakaalustub.

Juhtimisahel koosneb kommutatsioonisüsteemist ning programmi andurist. Kommutatsioonisüsteemis on kasutatud elektromagnetilisi releesid P3C-9. Nende releede kontaktid kommuteerivad mõõteahela takisteid ja lülitavad vastavaid lampe numbritablool.

Programmanduriks on sammvalija, mis lülitab järjekorras sisse kommuteerivad releed.

Nullindikaator annab informatsiooni silla tasakaalust positiivsete või negatiivsete impulsside abil, mida võimendatakse impulssvõimendis.

Mõõtettsükli algul sammvalija rakendub ja lülitub järgmisesse asendisse ning lülitab sisse mõõteahela takistit kommuteeriva relee. Pärast seda rakendub polariseeritud relee ПИ-4 (P33 skeemil) ja annab signaali silla nulldiagonaalilt nullorganile. Positiivse signaali puhul süttib tūratron, mis on lülitatud paralleelselt relee mähisega, ning lühistab relemähise pinget, relee ankur vabaneb. Kui signaal on negatiivne, süttib teine tūratron ning relee jääb rakendatuks.

Tugipingeaallikaks pingete mõõtmisel ja silla toiteks takistuste mõõtmisel kasutatakse ränistabilitrone (D53-D58).

Numbritabloo koosneb neljast blokist: kolm neist sisaldavad numbrid 0-9 ja koma märgi, neljas märgid  $k\Omega$ , +, -, +1, -1. Blokis on iga numbri jaoks üks hõõglamp, kondensator ja objektiiv. Numbrid on kantud kondensatori läätsele. Kõik numbrid saadakse ühele kohale projekteerida läätsete süsteemi ruumilise paigutuse kaudu ekraani suhtes.

### Mõõteriista käsitsemine

Enne võrku lüütmist kontrollida, kas võrgupingete ümberlüüti asend vastab võrgupinge suurusele.

Pärast võrku lüütmist peab tabloole ilmuma näit 1999. Seadet soojendada 15 min. Pinge mõõtmisel peab tumbler "V,  $k\Omega$ " olema asendis "V", takistuste mõõtmisel asendis " $k\Omega$ ". Mõõdetakse surunupplülitile "Запыск" vajutamiseega. Seadmel on kaugjuhtimiseks klemmid "Запыск". Mõõtmiseks tuleb lühistada need klemmid välise surunupplülitiga.

Suuremaid takisteid kui  $100k\Omega$  tuleb mõõta varjestatud karbis. Soovitav on iga kolme kuu jooksul seadet kalibreerida. Selleks tuleb anda mõõteriista sisendisse pinget 14-15 V, mida kontrollitakse potentsiomeetriga (klass 0,05). Seadme BK2-6 näitu võrreldakse potentsiomeetri näiduga. Erinevuse korral tuleb kruvikeerajaga keerata potentsiomeetrit "Калибр." erinevuse kadumiseni.

KEELATUD ON pinget mõõtmisel ühendada sisendisse üle 1000 V. Takistuse mõõtmisel ühendada mõõteriista sisendisse välispinget.

## 11. TERAOOMMEETER E6-3 (MOM-4)

Teraoommeetrit MOM-4 kasutatakse elektrilise takistuse mõõtmiseks vahemikus  $2 \text{ k}\Omega$  -  $100 \text{ T}\Omega$ . Lisaelektroodide abil on võimalik mõõta ka mahu- ja pinnaeritakistust.

Tehnilised andmed.

Mõõteulatus:  $2 \text{ k}\Omega$  -  $100 \text{ T}\Omega$  kaetakse aladiapasooniga:

$\text{k}\Omega$  -  $\times 1$  -  $\text{M}\Omega$   $\times 10$  -  $\text{M}\Omega$   $\times 100$  -  $\text{G}\Omega$   $\times 1$  -  $\text{G}\Omega$   $\times 10$  -  $\text{G}\Omega$   $\times 100$  -  $\text{T}\Omega$   $\times 1$  -  $\text{T}\Omega$   $\times 10$ .

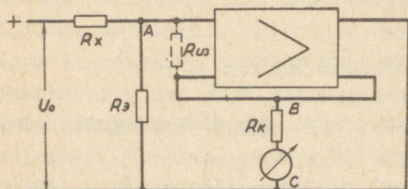
Põhiviga:

piirkondadel  $\text{k}\Omega$ ,  $\text{M}\Omega \times 1$ ,  $\text{M}\Omega \times 10$ ,  $\text{M}\Omega \times 100$  ja  $\text{G}\Omega \times 1$  1,5%;

piirkonnal  $\text{G}\Omega \times 10$  2,5%;

piirkonnal  $\text{G}\Omega \times 100$  10% skaala pikkusest.

Piirkonnal  $\text{k}\Omega$  skaala osas 2-10  $\text{k}\Omega$  ja piirkonnal  $\text{T}\Omega \times 10$  skaala osas 10-100  $\text{T}\Omega$  täpsust ei garanteerita.



Mõõtepinge: 105 V.

Toide: 220 V 45-55 Hz.

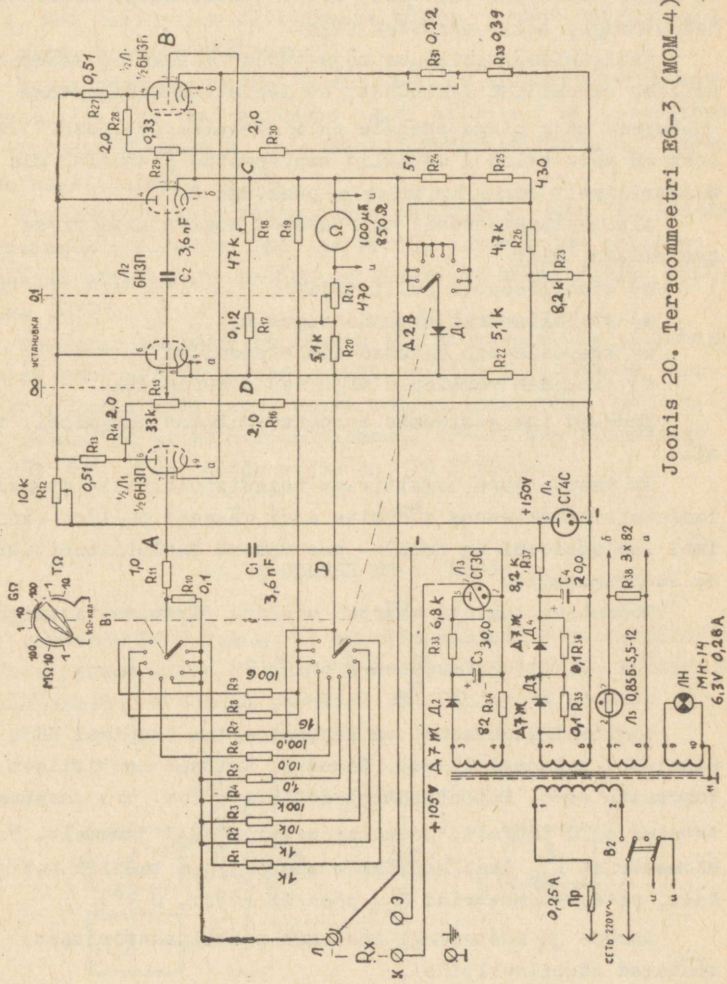
Tarbitav võimsus: 40 VA.

Joonis 19. Teraoommeetri E6-3 blokk skeem.

### Skeemi kirjeldus

Teraoommeetri töö põhimõte seisneb selles, et mõõdetav takisti ühendatuna mõõteskeemi moodustab teadaoleva suurusega takistiga pingejagaja, mida toidetakse stabiliseeritud pingega. Pingejagaja väljundpinge võimendatakse alalispingevoimendis ja registreeritakse osutiriistaga, mis on gradueeritud takistuse järgi.

Skeem (joon.20) koosneb 3-st põhiosast: pingejagaja, alalispingevoimendi, toiteosa.



Joonis 20. Teraoomeetri EG-3 (MOM-4) skeem.

Pingejagaja koosneb mõõdetavast takistist  $R_x$  ja etaloon-  
takistist  $R_{\Omega}$ . Iga piirkonna jaoks on oma etaloontakisti. Pinge-  
jagajaga on ühendatud alalispingevõimendi sisendiga. Kui m  -  
ta suuri takistuse v artusi, mis on võrreldavad isolatsioonitakistusega, tekib märgatav viga.

Isolatsioonitakistuse mõju vähendamiseks on kasutatud sellist skeemilist lahendust, et isolatsioonitakistuse  $R_{N3}$   sundeeriv mõju pingeljagajale on minimaalne (vt. joon.1). Selleks on kõik sõlme A detailid monteeritud plaadile, mis on elektriliselt ekvipotentsiaalne punktiga B.

Alalispingev imendi on haaratud sügava negatiivse tagasisidega, mis:

- a) stabiliseerib nulli triivi,
- b) stabiliseerib  lekandetegurit,
- c) kompenseerib kadusid isolatsioonis,
- d) vähendab v revoolu mõju veale mõõtmisel.

Kadusid isolatsioonis kompenseeritakse järgmisel viisil.

Et kasutatakse negatiivset tagasisidet, siis pingelang isolatsioonitakistuse mõõtmise ajal väheneb nullini (kaovool läbi isolatsiooni on null) - see vastab isolatsioonitakistuse suurenemisele.

Mõõdetava takisti v artus avaldub järgmise valemiga:

$$R_x = \frac{U_0 \cdot R_{\Omega}}{U_{\Omega}} - R_{\Omega}.$$

Alalispingev imendi on kaheastmeline lampidel 6H3II. On kasutatud balansslülitust. Diod  $D_1$  kaitseb osutiriista ülekoormuste eest. Potentsiomeetrist  $R_{15}$  ("УСТ.  $\infty$ ") tasakaalustatakse sild täpselt, potentsiomeetrist  $R_{29}$  jämedalt. Potentsiomeetrist  $R_{18}$  reguleeritakse mõõteriista tundlikkust jämedalt, potentsiomeetrist  $R_{21}$  peenelt ("УСТ. 0,1").

Anood- ja mõõtepinge saadakse stabilisaatoritest, mis t otavad stabilovoltidel.

## Mõõteriista käsitsemine

Enne võrku lülitamist kontrollida osutiriista mehaanilist nulli. Kui mõõteriist lülitatakse võrku, peab piirkonnalüliti olema asendis "кΩ-кал".

Seade peab soojenema 20 min. Pärast soojenemist potentsiomeetrist "УСТ. ∞" seatakse osuti näidule "∞", seejärel lühistatakse klemmid  $R_x$  ja potentsiomeetrist "УСТ. 0,1", seatakse osuti näidule "0,1".

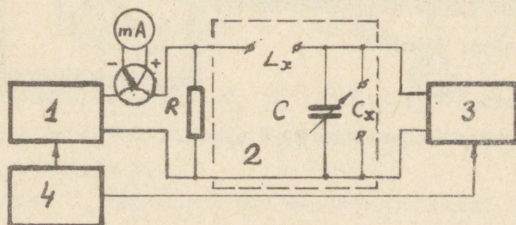
Piirkonnalüliti parempoolne asend "кΩ -кал" on kalibreerimiseks piirkonnas  $TQx1$  ja  $TQx10$ , vasakpoolne asend on ülejäänud piirkondade kalibreerimiseks ja mõõtmisteks piirkonnas "кΩ".

Seejärel seatakse piirkonna lüliti vajalikule piirkonnale ning kontrollitakse veel osuti asendit ja vajaduse korral korrigeeritakse osuti näitu potentsiomeetrist "УСТ. ∞".

Seadme skeem võimaldab maandada ainult ühe klemmist "K" või "3", sest nende vahel on 105-V-pinge.

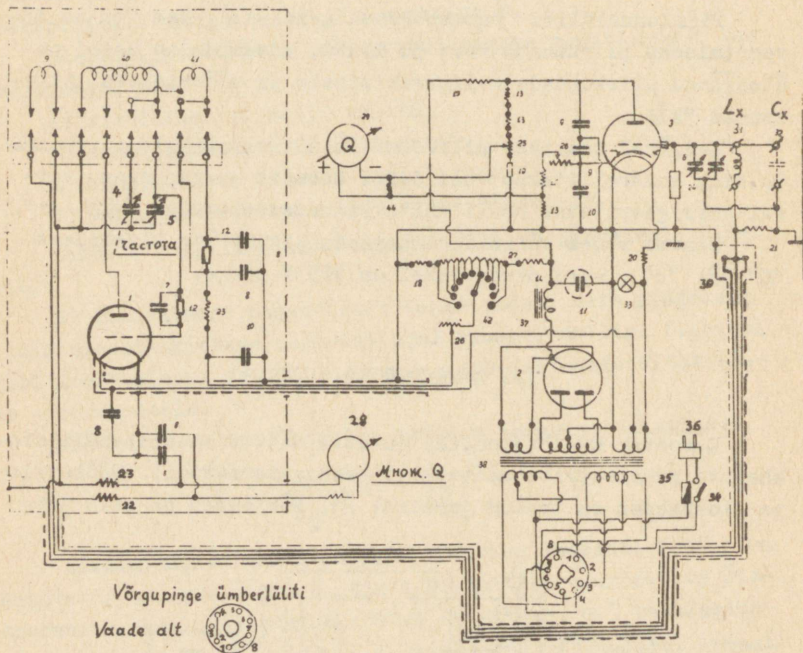
### 12. Q-MEETER E9-1 (KB-1)

Q-meeter E9-1 (joon.22) on ette nähtud raadiotehniliste ahelate parameetrite mõõtmiseks resonantsmeetodil. Mõõteriista blokskeem on toodud joonisel 21. Põhiosaks on siin jär-



Joonis 21. Q-meetri E9-1 blokskeem.

jestikune võnkering 2. Mahtuvuste mõõtmisteks on E9-1 komplektis 6 varjestatud etalooninduktiivsuste pooli  $L_e$ . Võnkeringi mahtuvus  $C$  koosneb kalibreeritud pöördkondensaatorist  $C_p = 35 - 450$  pF ja nooniuskondensaatorist  $C_n = \pm 3,0$  pF. Võnkeringi 2 toidetakse kõrgsagedusgeneraatorist 1, mille väljundvoolu mõõdetakse termorist-ampremeetriga A. Pinget mahtuvusel  $C$  mõõdetakse lampvoltmeetriga 3. Generaator ja lampvoltmeeter saavad toite alaldist 4.



Joonis 22. Q-meetri E9-1 skeem.

## Tähtsamad tehnilised andmed

Q mõõteulatus	25-625.
Q=50-250 puhul mõõtetäpsus	± 10% sagedustel 50 kHz-30MHz.
Sagedusdiapasoon	50 kHz-50 MHz.
Generaatori sageduse täpsus	± 2%.
Kondensaatori C <sub>p</sub> gradueerimistäpsus	35 pF-100 pF ± 1 pF ja 100 pF-450 pF ± 1%.
Induktiivsuse mõõteulatus	0,1 μH - 100 mH.

## Mõõteriista käsitlemine

Hüveteguri mõõtmiseks ühendatakse mõõdetav induktiivsus klemmidega L<sub>x</sub>, mõõtevool reguleeritakse suurusel Qx<sup>1</sup> ja pöördkondensaatoriga C häälestatakse võnkering resonantsi (osutiriista "Q" maksimaalsele hälbele). Induktiivsuste mõõtmisel lülitatakse L<sub>x</sub> klemmidele L<sub>x</sub> ja generaatori sagedus valitakse vastavalt tabelile 1.

T a b e l 1

Sagedus	Piirkond	Sagedus	Piirkond
24 MHz	0,1-1 μH	760 kHz	0,1-1 mH
7,8 MHz	1-10 μH	240 kHz	1-10 mH
2,4 MHz	10-100 μH	76 kHz	10-100 mH

Pöördkondensaatoriga C<sub>p</sub> häälestatakse võnkering L<sub>x</sub>C<sub>p</sub> resonantsi ning induktiivsuse L<sub>x</sub> väärtus loetakse pöördkondensaatori skaalalt L.

Mahtuvuse C<sub>x</sub> mõõtmisel üks etaloonpoolidest L<sub>e</sub> ühendatakse klemmidega L<sub>x</sub> ja tekkiv võnkering 2 häälestatakse resonantsi ning määratakse resonantsmahtuvus C<sub>1</sub> pöördkondensaatori skaalalt C<sub>2</sub>. Pärast seda lülitatakse C<sub>x</sub> klemmidele

$C_x$  ja pöörkondensaatori  $C_p$  mahtuvust vähendatakse, kuni saadakse uuesti resonants  $C_p$  väärtusel  $C_2$ .  $C_x$  arvutatakse valemiga  $C_x = C_1 - C_2$ . Mõõtetäpsuse suurendamiseks tuleb valida etaloonne induktiivsus  $L_e$  ja generaatori 1 sagedus sellised, et algmahtuvus  $C_1$  ületaks 40–50 pF võrra  $C_x$ -i oodatava väärtuse. Kondensaatori  $C_x$  kaonurga tangensi mõõtmisel määratakse võnkeringi hüvetegur esimesel juhul ilma mõõdetava kondensaatorita ( $Q_1$ ) ja teisel juhul mõõdetava kondensaatoriga ( $Q_2$ ) ning kaod arvutatakse valemiga

$$\operatorname{tg} \delta = \omega C_x R_x = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2 Q_1} \cdot \frac{C_1}{C_1 - C_2}.$$

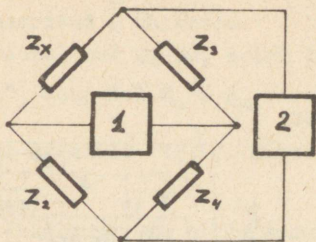
$C_1$  ja  $C_2$  - pöörkondensaatori näidud esimesel ja teisel juhul. Induktiivsuste mõõtmistäpsuse tõstmiseks on otstarbekohane elimineerida pooli omamahtuvuse  $C_0$  mõju järgmiselt. Mõõdetakse võnkeringi resonantssagedused  $f_{\text{res}}$  eri mahtuvustel  $C_p$ . Graafikust  $\frac{1}{f_{\text{res}}^2} = f(C_p)$  määratakse punktile  $\frac{1}{f_{\text{res}}^2} = 0$  vastav võnkeringi parasitmahtuvus  $C_0$ .  $L_x$  arvutatakse valemiga

$$L_x = \frac{1}{4\pi^2 f_{\text{res}}^2 (C_p + C_0)}.$$

Termorist-ampermeetri riknemise vältimiseks on lubatud sageduspiirkonna ümberlüümine,  $L_x$ -i külge- ja lahtiühendamine vaid siis, kui mõõtevool on viidud nulliks.

### 13. UNIVERSAALNE SILD E12-2 (JM-3)

Mõõtesild E12-2 (joon.24) on ette nähtud raadiotehniliste ahelate koondparameetrite mõõtmiseks tasakaalustatud silla meetodil. E12-2 abil võib mõõta aktiivtakistusi (alalisvoolusillaga), mahtuvust  $C_x$ , kadusid dielektrikutes ( $\operatorname{tg} \delta$ ), induktiivsust  $L_x$  ja hüvetegurit  $Q$ . Seade (joon.23) koosneb sillast õlgadega  $Z_x$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$ ,  $Z_4$ . ( $Z_x$  on mõõdetav komplekstakistus), toiteblokist 1 ja indikaatorist 2.



Joonis 23. Silla E12-2 blokk-skeem.

Juhul kui  $Z_x = R_x$ , valitakse  $Z_2 = R_2$ ,  $Z_3 = R_3$  ja  $Z_4 = R_4$ .

Silda toidetakse alalisvooluga toiteblokkist 1. Takistustega  $R_2$  ja  $R_3$  tasakaalustatakse sild,  $R_4$  on täppistakisti  $1 \text{ k}\Omega$ . Tasakaalu tingimusest

$\frac{Z_x}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4}$  saadakse  $R_x = \frac{R_2 R_3}{R_4}$ . Takistus loetakse  $R_2$  skaalalt,  $R_3$  kasutatakse kordajana. Indikaator 2 sisaldab vibraatormuundi, tasakaaluvõimendi ja magnelelektrilise osutiirista M-494.

Mahtuvuste mõõtmisel, kus  $Z_x = \frac{1}{j\omega C_x} + R_x$ , valitakse

$$Z_2 = \frac{1}{j\omega C_2} + R_2 \quad Z_3 = R_3 \quad \text{ja} \quad Z_4 = R_4.$$

Silda toidetakse toitebloki vahelduvvoolugeneraatorist. Sild balanseeritakse takistuste  $R_2$  ja  $R_4$  abil.  $R_2$  kasutatakse kondensaatori  $C_x$  kaotakistustest  $R_x$  tekkinud faasinihke kompenseerimiseks.  $R_2$  on gradueeritud  $\text{tg } \delta$  ühikutes. Tasakaalutingimustest saadakse

$$C_x = C_2 \cdot \frac{R_4}{R_3} \quad \text{ja} \quad \text{tg } \delta = \omega C_2 R_2.$$

Mahtuvus loetakse  $R_4$  skaalalt.  $R_3$  kasutatakse kordajana. Induktiivsuste mõõtmisel, kus  $Z_x = j\omega L_x + R_x$ , valitakse  $Z_2 = R_2$ ,  $Z_3 = R_3$ .  $Z_4$  on aga  $C_4$  ja  $R_4$  paralleellülitis:

$$Z_4 = \frac{R_4}{1 + j\omega C_4 R_4}; \quad R_4 = 48 \text{ k}\Omega, \quad C_4 = 0,1 \mu\text{F}.$$

Silda toidetakse vahelduvvoolu generaatorist. Sild tasakaalustatakse  $R_4$  ja  $R_2$  abil. Tasakaalu puhul  $L_x = R_3 R_2 C_4$ ,

$$Q = \omega C_4 R_4.$$



$L_x$  loetakse  $R_2$  skaalalt ja  $R_3$  kasutatakse kordajana.  $R_4$  on gradueeritud  $Q$  ühikutes.

Juhul kui  $Q \geq 30$ , tuleb lüliti "Q -  $\text{tg } \delta$ " panna asendisse "tg  $\delta$ ", mispuhul  $Z_4 = R_4 + \frac{1}{j\omega C_4}$ ,  $R_4 = 160 \Omega$ ,  $C_4 = 1 \mu\text{F}$ , ja lugeja skaalalt "tg  $\delta$ ". Hüvetegur arvutatakse nüüd valemiga  $Q = \frac{1}{\text{tg } \delta}$ .

Vahelduvvoolu silla kasutamisel on indikaatoriblokis vibraatormuundi välja lülitatud. Parasiitmahtuvuste mõju vähendamiseks tuleb mahtuvusi 10-100  $\mu\text{F}$  ja induktiivsusi 1-100  $\mu\text{H}$  mõõta sagedusel 100 Hz, mispuhul  $C_2=C_4=1 \mu\text{F}$ .

Mõõtesilla E12-2 tähtsamad tehnilised andmed:

takistuste mõõteulatus	0,1 - 5 M $\Omega$ ,
mahtuvuste "	10 pF - 100 $\mu\text{F}$ ,
induktiivsuste "	10 $\mu\text{H}$ - 100 H,
kaonurga tangensi"	0,001 - 0,1,
takistuste mõõtmise täpsus diapasoonis 0,1 - 1 M $\Omega$	$\pm (1 + \frac{2}{R[\Omega]})\%$ ,
	diapasoonis 1 M $\Omega$ - 5 M $\Omega$
	$\pm 3\%$ ,
mahtuvuste mõõtmise täpsus diapasoonis 10 pF - 10 $\mu\text{F}$ ,	
sagedusel $f=1000$ Hz	$(1 + \frac{200}{C [\text{pF}]})\%$ ,
	diapasoonis 10 $\mu\text{F}$ -100 $\mu\text{F}$ ,
sagedusel $f=100$ Hz	$\pm 3\%$ .

Induktiivsuste mõõtmise täpsus

diapasoonis 10 $\mu\text{H}$ - 1 H,	sagedusel $f=1000$ Hz	$(1 + \frac{200}{L H})\%$ ,
diapasoonis 1 H-10 H,	sagedusel $f=100$ Hz	$\pm 1\%$ ,
diapasoonis 10 H-100 H,	sagedusel $f=100$ Hz	$\pm 3\%$ .

Kaonurga tangensi mõõtmise täpsus  $\pm (10 + \frac{0,1}{\text{tg}})\%$ .

Vahelduvvoolu sild tasakaalustatakse osutiriista minimaalselehälbele, reguleerides vaheldumisi takistusi  $R_2$  ja  $R_4$ , kusjuures võimendust järk-järgult suurendatakse maksimaalseni.

Mõõtetäpsuse suurendamiseks piirkondade algul on reo-  
hordile "Отчет" (1,1 k  $\Omega$ ) järjestikku lülitatavad 4 takis-

tust á 1 k  $\Omega$  . Viimaste arv 0...4 tuleb liita reohordi näi-  
dule 0...1,1 ja summa korrutada kordajaga "ИНОЖИТЕЛЬ".

#### 14. EBALINEAARSETE MOONUTUSTE MÕÕTJA G6-1 (ИИИ-12)

Kasutusala: ebalineaarsete moonutuste mõõtmisel vahel-  
duvvoolu voltmeetrina.

Tehnilised andmed:

##### 1. Sagedusdiapasoon

- a) ebalineaarsel moonutatud - 50 Hz-15 kHz (sümmeetriline  
mõõtmisel sisend),  
- 20 Hz-20 kHz (ebasümmeetri-  
line sisend),  
b) voltmeetrina - 20 Hz-100 kHz.

##### 2. Ebalin. moonutuste mõõtepiirkond

- 0,1%-30%.

##### 3. Voltmeetri mõõte- piirkond

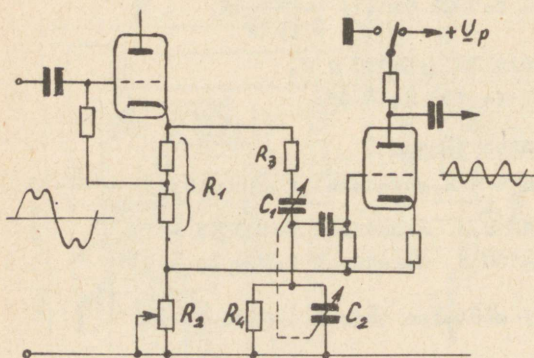
- 0,003-300 V.

##### 4. Mõõtetäpsus

-  $\pm 0,13 K_{EM} + 0,15\%$ .

Lampvoltmeetri  
mõõtetäpsus

-  $\pm 3\%$  (1000 Hz).

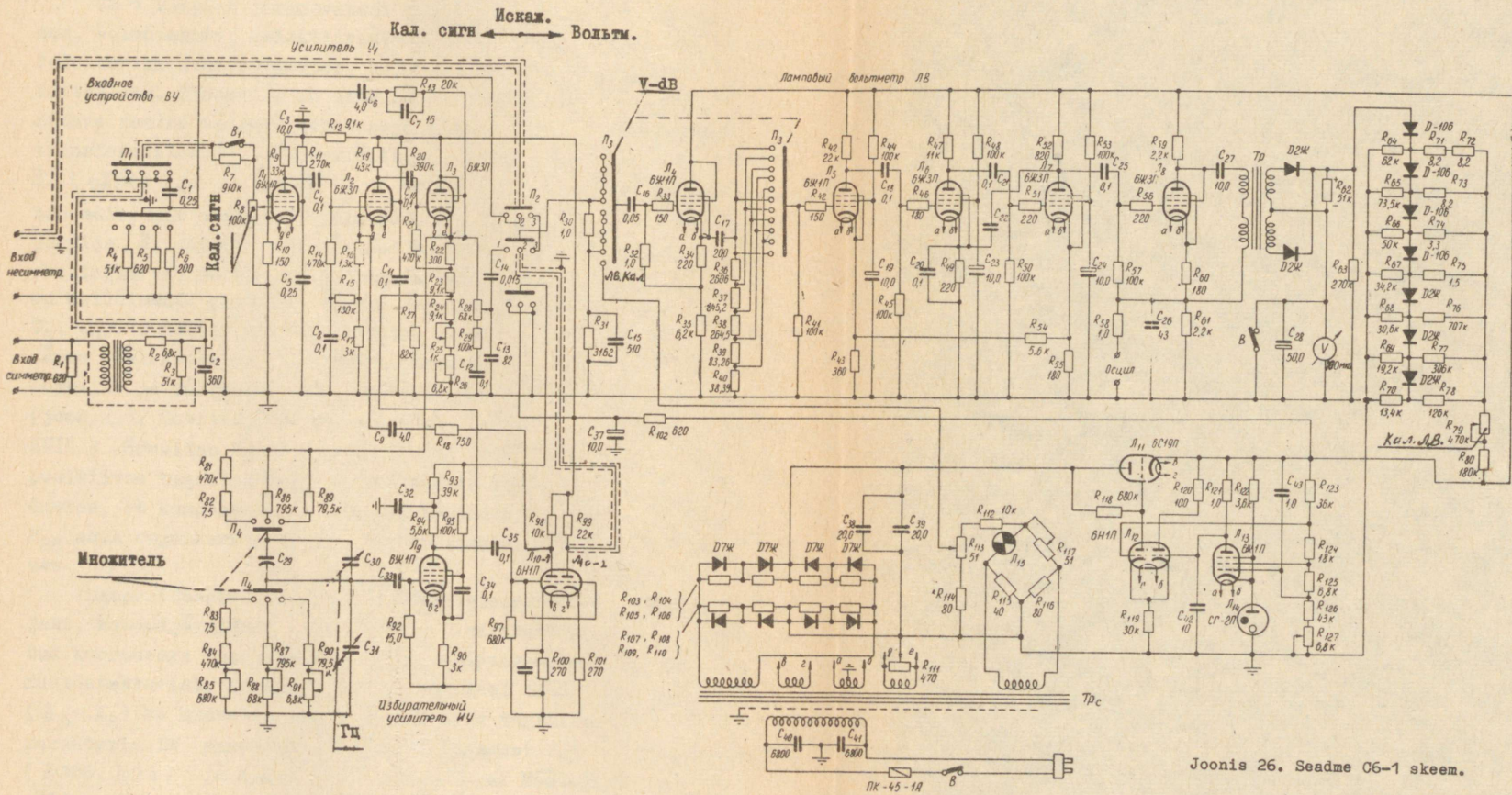


$$R_3 = R_4 ; C_1 = C_2$$

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$R_1 = 2R_2$$

Joonis 25. Wieneri silla skeem.



Joonis 26. Seadme C6-1 skeem.

## Tööpõhimõte ja skeemi lühikirjeldus

Ebalineaarsete moonutuste (EM) mõõtmine toimub kogu uuritava pinge  $U_x$  ja selle kõrgemate harmooniliste pinge võrdlemise teel. Riist mõõdab uuritavat pinget, siis filtreerib välja  $U_x$ -i esimese harmoonilise ja mõõdab kõrgemate harmooniliste pinget.

C6-1 koosneb järgnevatest sõlmedest (joon.26): sisendosa, eelvõimendi, selektiivsüsteem, sobitusvõimendi, ruutdetektoriga lampvoltmeeter, kalibreerimispinge allikas ja toiteblokk. Sisendosa on ette nähtud riista sobitamiseks uuritava seadme väljundtakistusega ning koosneb laiaribalisest transformaatorist ja ümberlülitist. Eelvõimendi lampidel  $\Lambda_1$  (6ЖІІ) ja  $\Lambda_2$  (6ЖЗІІ) on vajalik  $U_{\text{sis}}$  võimendamiseks tasemele, mis tagab selektiivsüsteemi normaalse töö. Katoodjärgija  $\Lambda_3$  (6ЖЗІІ) on mõeldud sobitamiseks. Et vähendada ebalineaarset moonutust ja tagada hea sageduskarakteristik, on eelvõimendi haaratud sügava negatiivse tagasisidega ( $R_{13}$ ,  $C_6$ ,  $C_7$ ). Selektiivsüsteem kujutab endast Wieneri silda, mis täpse häälestuse puhul tagab 1. harmoonilise täieliku maha-surumise ja kõrgemate harmooniliste ühtlase läbilaskmise (joon.25). Sobitusvõimendi lampidel  $\Lambda_9$  ja  $\Lambda_{10}$  (6ЖІІ ja 6НІІ) kõrvaldab lampvoltmeetri mõju Wieneri sillale ja tagab positiivse tagasisidestusega kõrgemate harmooniliste võimendamise, et kompenseerida sillast põhjustatud sumbumist [K.6].  $R_{28}$  abil reguleeritakse kalibreerimiskanali võimendust tehas.

Lampvoltmeeter omakorda koosneb sisendosast, pingejagajast, katoodjärgijast ( $\Lambda_4$ -6ЖІІ), lairibavõimendist, jaotatud koormusega faasipöörast ning eelpingestatud diodidega ruutdetektorist. Lairibavõimendi lampidel 6ЖІІ ja 6ЖЗІІ ( $\Lambda_5$ - $\Lambda_8$ ) on haaratud sügava negatiivse tagasisidega. Ruutkarakteristik saavutatakse siin eelpingestatud diodide ( $\Lambda_{106}$ ,  $\Lambda_{2Ж}$ ) järkjärgulise avanemisega. Mõõdetava pinge mõlema poolperioodi andmisega ruutdetektorile on skeemi lülitatud aktiivkoormusele ( $R_{62}$ ) töötav täisperiooddetektor, millele antakse pinge läbi lairiba-eraldustrafo [K.7]. Ebalineaarsete moonutuste (EM) koefitsient määratakse järgmise valemi abil:

$$K_{EM} = \frac{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2 + \dots}{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2 + \dots} \cdot 100\%$$

$K_{EM}$  suuruse võib saada vahetult osutimõõteriista skaalalt protsentides või detsibellides, kui riist on enne mõõtmist vastavalt kalibreeritud.

#### Mõõteriista kasutamine

Pärast mõõteriista sisselülitamist peab see soojenema 30 min. Seejärel tuleb lüliti "V-db" panna asendisse "ЛВ Калибр." ja reguleerida potentsiomeetrist "Калибр.ЛВ" R<sub>70</sub> mõõteriista näiti märgile "10" ülemisel skaalal.

Ebalineaarsete moonutuste koefitsiendi mõõtmiseks asetada:

- 1) lüliti П<sub>1</sub> "Входное сопротивление" - vastavalt mõõdetava objekti väljundtakistusele;
- 2) lüliti П<sub>4</sub> "множитель" - vastavalt mõõdetavale sageduspiirkonnale ja nupp "Гц" vastavalt mõõdetavale sagedusele;
- 3) lüliti П<sub>2</sub> "Кал. сигн. - искаж-Вольтм." asendisse "Кал. сигн.";
- 4) lüliti П<sub>3</sub> "V-db" asendisse 10 В (20 дБ).

Nupuga "Кал.сигн." reguleerida osuti märgile 8 skaalal 10 V. Kui mõõdetakse detsibellides, tuleb osuti asetada märgile 6,2 V. Lüliti "Кал.сигн.-Искаж-Вольтм." viia asendisse "Искаж" ja nuppudega "Гц", "Балансировка", "Грубо", "Точно" reguleerida osutiriista näit minimaalseks, samaaegselt suurendades lampvoltmeetri tundlikkust lülitist "V-db".

Tulemus saadakse alljärgneva tabeli abil:

Lüliti "V-db" asend	Osutiriista skaala	Ebalin.moonut. koef.%(skaala maksimisväärtus)	Ebalin.moonut. db-des (skaala nulli suhtes)
0,01 V: - 40 db	ülemine	0,1	-80
0,03 V: - 30 db	alumine	0,3	-50
0,1 V: - 20 db	ülemine	1	-40
0,3 V: - 10 db	alumine	3	-70
1,0 V: - 0 db	ülemine	10	-20
3,0 V: + 10 db	alumine	30	-10
10 V: + 20 db	ülemine	100	0

Lugem saadakse detsibellides, kui tabeli viimases tulbas toodud arvule liidetakse osutiriista näit db-skaala järgi, arvestades viimase märki.

Riista kasutamisel voltmeetrina asetada lüliti "Кал. СИГН.-ИСКАЖ-ВОЛЬТМ" asendisse "ВОЛЬТМ". Mõõtmistel jälgida, et lüliti  $\Pi_2$  lülitamisel asendist "ИСКАЖ" asendisse "ВОЛЬТМ" ei toimuks osutiriista ülekoormamist. Enne viia voltmeetri lüliti "V-db" suurematele pingepiirkondadele.

### 15. HELIGENERAATOR Г3-33

Mõõtegeneraatorit Г3-33 kasutatakse raadioaparatuuri reguleerimisel ja katsetamisel. Seade on siinuseliste võngete allikaks sagedusalas 20 Hz-200 kHz.

Tehnilised andmed:

Sagedusala: 20 Hz-200 kHz.

Põhiviga sageduse järgi:  $\pm (0,02F+1)$  Hz.

Sujuva lahkühälestuse ulatus:  $\pm 0,015F$  Hz.

Väljundvõimsus:

a) nominaalne: 0,5 W.

b) maksimaalne: 5 W.

Ebalineaarmoonutused koormusel 600  $\Omega$  :

- a) väljundvõimsusel 0,5 W sagedusalas 400-5000 Hz 0,3%,  
sagedusalas 60-390 Hz  
ja 5,1-20 kHz 0,7%,  
b) väljundvõimsusel 5 W sagedusalas 60 Hz-200 kHz 3%.

Sageduskarakteristiku ebaühtlus sageduse 1000 Hz suhtes koormusel 600  $\Omega$  ja väljundvõimsusel 0,5 W ei ületa  $\pm$  0,5 dB sagedusalas 20 Hz-20 kHz ning 1 dB sagedusalas 20-200 kHz.

Generaatori väljundtakistus on arvestatud sobitatud koormustele 5,50  $\Omega$  ja 600  $\Omega$  .

Väljundpinget reguleeritakse sujuvalt ning astmeliselt 10 dB kaupa kuni 100 dB-ni.

Voltmeetri täpsus  $\pm$  2,5%.

Võrgupinge: 220 V 50 Hz.

Tarbitav võimsus: 150 W.

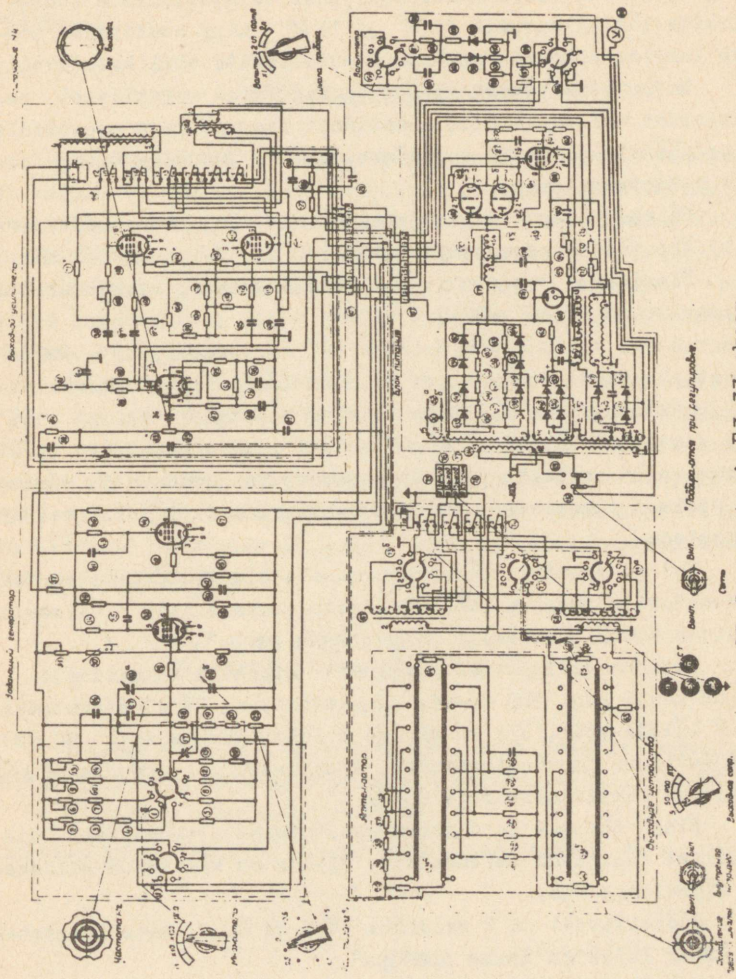
### Skeemi kirjeldus

Skeemi (joon.27) koosseisu kuuluvad: juhtgeneraator, võimendi, väljundseade koos attenuaatoriga, voltmeeter, toiteosa. Juhtgeneraator on takistussidestuses kaheastmeline võimendi, mis on haaratud positiivse tagasisidega. Sageduse stabiilsuse tagamiseks on skeemis ka negatiivse tagasiside ahel. Amplituudi piirajaks on termistor, mis on lülitatud negatiivse tagasiside ahelasse.

Sageduste diapsoon on jaotatud neljaks aladiapasooniks, mida lülitatakse ümber lülitiga "МНОЖИТЕЛЬ". Sageduse sujuvaks muutmiseks kasutatakse pöördkondensaatorit. Lahku-häälestuseks kasutatakse potentsiomeetrit "Растройка" faasi korrigeerivas ahelas.

Võimendi on kaheastmeline, millest esimene aste töötab faasipöörajana, teine on võimsusvõimendi, mille koormuseks on väljundtrafo.

Võimsusvõimendi lampidele antakse võre eelpinge eraldi alaldist. Vastastaktilülituses olevate lampide voolud võrdustatakse ühe lambi võre eelpinge muutmiseiga potentsiomeet-



Joonis 27. Generaatori T3-33 skeem.

rist 103. Lampide katoodvoolu mõõdetakse osutiriistaga, mis on generaatori esiplaadil. Sel juhul on osutiriista töörežiimide lüliti asendis "1Л" ja "2Л" ning osutiriist mõõdab lampide katoodis olevate šunttakistite abil katoodvoolu.

Moonutuste vähendamiseks on kasutatud negatiivset tagasisidet väljundlampide anoodidelt faasipööraja anoodidele. Faasipööraja sisendis on generaatori väljundpinget reguleeriv potentsiomeeter.

Võimsusvõimendis kasutatakse kaht väljundtransformaatorit: üks töötab sagedusalas 20–20000 Hz, teine 20–200 kHz.

Üleminekul 3-ndalt diapasonilt 4-ndale, kommuteerib väljundtrafosid rele PЭС-7.

Generaatori väljund sobitatakse takistustega 5,5Ω ja 600 Ω sobitustrafoga. Generaatori väljund lülitatakse erinevatele väljundkoormustele lülitiga "Выходное сопр."

Kui nimetatud lüliti on asendis "АТТ", siis generaatori väljundklemmid on lülitatud attenuaatori väljundisse ja seadmel on parimad parameetrid, mida garanteeritakse tehnilistes tingimustes.

Kui generaator töötab koormusele üle 600 Ω, tuleb attenuaatori normaalse töö tagamiseks sisse lülida sisemine koormus 600 Ω tumbleriga "Внутренняя нагр."

Attenuaatoriga võib nõrgendada signaali astmeliselt 10 dB kaupa kuni 100 dB-ni. Sumbumine kuni 50 dB saavutatakse Γ lülide abil, üle 50 dB aga T lüli (sumbumisega 50 dB) järjestikuse juurdelisamisega. Attenuaator on arvestatud töötamiseks aktiivkoormusele 600 Ω.

Pinge täpseks seadmiseks kasutatakse attenuaatori sisendisse lülitatud voltmeetrit, milles on kasutatud sildskeemi diodidega D2E.

Mõõteriistal on 2 skaalat: 30 V ja 60 V, mida lülitatakse ümber lülitiga "Шкала прибора".

Anoodpinge saadakse elektronstabilisaatorist, kus reguleerivaks elemendiks on kaks paralleellülituses lampi 6С19 П. Tüürivaks lambiks on 6Ж1П; tugipinge saadakse stabilovaldilt СГ2П. Tugipinget kasutatakse ka vastastaktlülituses oleva võimsusvõimendi lampide võre eelpingeks. Juhtgeneraatori

lampide küte on stabiliseeritud küllastuses töötava drosseliga.

### Mööteriista käsitsemine

Generaatori lülitamisega võrku peab süttima attenuaatori skaala valgustus. Kui on vajalik suur sageduse täpsus ja stabiilsus, peab seade soojenema 30 min. Sagedusdiapasoonide valik toimub lülitiga "МНОЖИТЕЛЬ", sujuv reguleerimine sagedusteskaala pööramisega. Väljundsignaali sageduse hertsides annab skaala näidu korrutis lüliti "МНОЖИТЕЛЬ" asendile vastava kordajaga.

Väljundpinget reguleeritakse sujuvalt potentsiomeetrist "Рег. выхода" ja astmeliselt 10 dB kaupa lülitist "Пределы шкалы-ослабления dB". Sõltuvalt väljundtakistusest toimub skaala piirkondade vahetamine lülitist "Выходное сопротивление". Kui töötatakse koormusele üle 600Ω tuleb täpsema pingega väärtuse saamiseks lülitada sisse sisemine koormus tumbleriga "Внутр. нагр."

### 16. KÕRGSAGEDUSGENERAATOR Г4-18.

Generaatorit Г4-18 kasutatakse raadiovastuvõtuseadmete kontrollimiseks ja reguleerimiseks sagedusalas 0,1-30 MHz.

Põhilised tehnilised andmed:

Sagedusala on jaotatud kuueks aladiapasooniks:

- 1) 0,1-0,3 MHz,
- 2) 0,3-1 MHz,
- 3) 1 - 3 MHz,
- 4) 3 - 10 MHz,
- 5) 10 - 20 MHz,
- 6) 20 - 35 MHz.

Generaator annab väljundis kalibreeritud pinget  $1\mu V - 0,1 V$ . Väljundkaabli otsas oleva pingejagajaga võib pinget vähendada 10 korda ( $0,1\mu V$ ).

Generaatoril on kalibreerimata pinge väljund 0,1-1 V väljundtakistusega 100  $\Omega$  .

Väljundtakistus:

- a) töötamisel välise pingejagaja asendis "1" 34 - 37,5  $\Omega$  ,
- b) töötamisel välise pingejagaja asendis "0,1" 7  $\Omega$  .

Generaatoril on modulaator sagedusega 400 ja 1000 Hz. On võimalik kasutada välist modulatsiooni sagedusega 50 Hz-15 kHz.

Modulatsiooni sügavust saab reguleerida nii sise- kui ka välismodulatsiooni puhul piirides 10-95% modulatsioonisaagedusel 50 Hz-10 kHz ja 10-50% modulatsioonisaagedusel 10-15 kHz.

Kandevsageduse mistahes harmoonilise amplituud ei ületa 3% esimesest harmoonilisest.

Generaatorit toidetakse vahelduvvoolu võrgust 50 Hz 220 V.

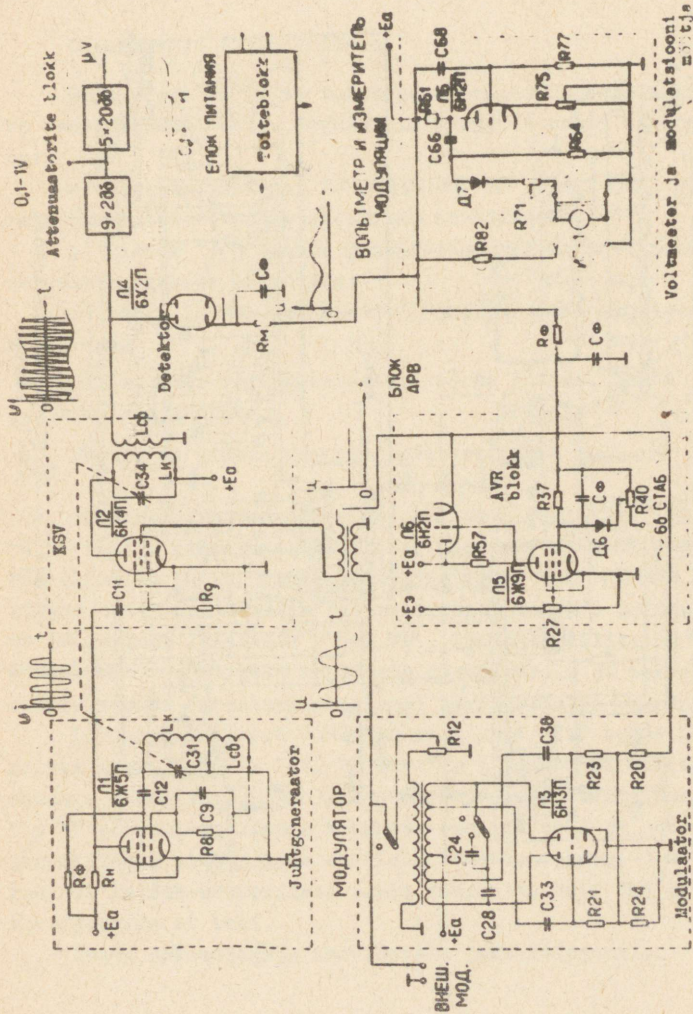
### Skeemi kirjeldus

Generaator Г4-18А koosneb järgmistest põhisõlmedest (vt. joonis 28): juhtgeneraator, kõrgsagedusvõimendi, madalsagedusvõimendi (modulaator), väljundpinge voltmeeter, modulatsiooni sügavuse mõõtja, automaatne väljundpinge regulaator (AVR), attenuaatorite süsteem ja toiteblokk.

Juhtgeneraatori väljundpinge võimendatakse kõrgsagedusvõimendis ning kõrgsagedustransformaatoriga ( $L_k, L_{cb}$ ) antakse võimendatud pinge attenuaatorite süsteemi, mille väljundisse on lülitatud mõõteriist.

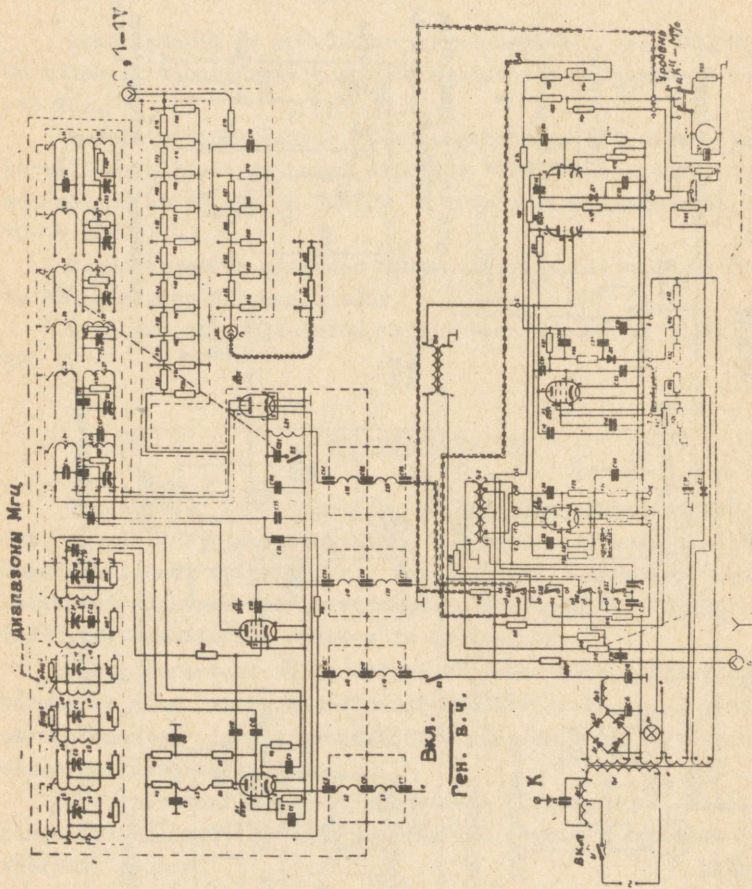
Modulatsiooni sügavust mõõdetakse kõrgsagedussignaali pinge keskvaartust ja madalsagedusliku signaali amplituudvaartust mõõtes.

Väljundpinge nivoomõõtja detektoris tekkivat alaldatud pinget kasutatakse automaatse väljundpinge regulaatori (И5, И6) tüürimiseks. AVR väljundpinget kasutatakse KSV (И2) varivõre toiteks ning seega varivõre pinge on sõltuv väljundpingest ja KSV võimendustegur muutub vastupidises suunas väljundpinge muutumisele.



Вольтметр ja modulaator

Joonis 28. Seadme Г4-18 blokkideem.



Joonis 29. Kõrgsagedusgeneraatori 14-18 skeem.

Generaatori toiteblokis on kasutatud ferroresonantssta-  
bilisaatorit.

### Mõõteriista käsitsemine

#### Generaatori võrku lülitamine

Enne võrku lülitamist tuleb seade maandada esiplaadil ole-  
va maandusklemmi abil. Reguleerimisorganid seada algasendis-  
se:

a) potentsiomeetrid "Уст.уровня "К"" ja "Уст. М%" pöö-  
rata äärmistesse vasakpoolsetesse asenditesse;

b) visiir "М V" seada potentsiomeetrist "М V" äärmises-  
se vasakpoolsesse asendisse;

c) võrgu lüliti ja lüliti "Ген.ВЧ" seada alumisesse  
asendisse.

Pärast seda võib generaatori võrku lülida. Seade peab  
3-5 min. soojenema.

#### Töötamine pideva genereerimise režiimis

Tumbler "Уровень "К" - М%" lülitada asendisse "Уровень  
"К"". Välise pingejagajaga kaabel ühendada väljundisse "М V".  
Töörežiimide lüliti panna asendisse "Внеш. мод.". Seada mõõte-  
riista osuti nullnäidule potentsiomeetriga "0". Lülitada sis-  
se anoodpinge lülitist "Ген.ВЧ". Lülitada lüliti "Диапа-  
зонн МГц" vajalikule sageduste diapsoonile ja peenregulee-  
rimise nupust (nooniuse skaalaga) seada vajalik sagedus.

Potentsiomeetrist "Установка уровня "К"" seada mõõte-  
riista osuti joonele "К". Visiir "М V" seada äärmisesse va-  
sakusse asendisse. Pingejagaja lüliti ning potentsiomeetri  
"М V" pööramisega seada kohakuti visiiri nool ja soovitav  
jagamistegur pingejagaja skaalal. Potentsiomeetri "М V" pöö-  
ramisel kaldub mõõteriista osuti vasakule, kuid "К" nivood  
korrigeerida ei tohi.

Seada dekaadajagaja soovitavale jagamistegurile.

Pärast eespool loetletud manipulatsioonide võib uuritava skeemi ühendada generaatori välise pingejagaja vajaliku klemmiga. Manipuleerides attenuaatorite reguleerimisorganitega, potentsiomeetriga " $\mu$  V", kasutades erinevaid välise pingejagaja klemme, võib generaatorist saada väljundpinget 0,1  $\mu$  V - 0,1 V.

Suuremat väljundpinget kuni 0,1 V saab väljundist "0,1-1 V", mille väljundtakistus on 100  $\Omega$ . Sellest väljundist võetakse pinget pingejagajata kaabliga. Väljundpinge täpsust väljundist "0,1-1 V" ei garanteerita.

### Töötamine sisemise AM modulaatoriga

Potentsiomeeter "УСТ. М%" pöörata vasakpoolsesse äärmisesse asendisse. Tumbler "УРОВЕНЬ "К" -М%" lülitada asendisse "УРОВЕНЬ "К"" ning potentsiomeetrist "УСТ.уровня "К"" seada mõõteriista osuti joonele "К" (visiir " $\mu$  V" olgu äärmises vasakpoolses asendis).

Pärast seda lülitatakse töörežiimide lüliti vajalikule modulatsioonile sagedusele (kas 400 või 1000 Hz) ning tumbler "УРОВЕНЬ "К" -М%" lülitatakse asendisse "М%". Soovitav modulatsioonile sügavus (10-15%) reguleeritakse potentsiomeetriga "УСТ. М%" mõõteriista näidu järgi.

Kui väljundpinget muudetakse sujuvalt potentsiomeetrist " $\mu$  V", siis tuleb modulatsioonile sügavust uuesti korrigeerida potentsiomeetrist "УСТ. М%".

Töötamine välise modulaatoriga.

Töörežiimide lüliti seada asendisse "Внеш. мод." ning moduleerivast generaatorist anda pingeseadme Г4-18A sisendpessa "Внеш. мод.". Modulatsioonile sügavust reguleeritakse moduleeriva generaatori väljundpinge muutmisega.

Kõrgeim moduleeriva sagedus  $F_{\max}$  sõltub kandevasagedusest  $f_k$  järgmiselt:

$$F_{\max} = 0,02 f_k.$$

## Töötamine maksimaalse signaali režiimis

-----

Et saada generaatorist maksimaalset moduleerimata väljundpinget, tuleb töörežiimide lüliti seada asendisse "2 V.H.T." ning väljundsignaal võtta pesast "0,1-1 V".

### 17. OSTSILLOGRAAF C1-1(30-7)

Ostsillograaf on ette nähtud perioodiliste protsesside jälgimiseks, on aga kasutatav ka pinge, faasi, sageduse ja modulatsioonisügavuse mõõtmiseks.

Põhilised tehnilised andmed:

Vertikaalkallutuse tundlikkus  $0,25 \text{ cm/mV}_{ef}$ , horisontaalkallutusel  $4,5 \text{ cm/V}_{ef}$ . Sageduslikud moonutused vertikaalkallutusel  $\pm 3 \text{ dB}$  sagedusribas  $2 \text{ Hz}-300 \text{ kHz}$ , horisontaalkallutusel  $\pm 3 \text{ dB}$  sagedusribas  $2 \text{ Hz}-250 \text{ kHz}$ .

Sisendtakistused vastavalt  $2 \text{ M } \Omega // 30 \text{ pF}$  ja  $6 \text{ M } \Omega // 30 \text{ pF}$ . Vä-lissünkroniseerimise sisendtakistus  $0,1 \text{ M } \Omega // 40 \text{ pF}$ . Pidev-kallutuse sagedus on reguleeritav piires  $2 \text{ Hz}-50 \text{ kHz}$ .

#### Skeemi kirjeldus (joonis 30)

1. Vertikaalkallutuse võimendi. Võimendi sisendis on mahtuvuslikult kompenseeritud pingejagaja  $\Pi K_4$ , millele järgneb 4-astmeline vahelduvpingevõimendi ( $\Pi_1$  ja  $\Pi_2$ ). Lõpp-aste ( $\Pi_3$  ja  $\Pi_4$ ) on paralleelbalansslülituses alalispingevõimendi, mille parempoolset õlga tüüritakse nii ühiselt ka-toodtakistilt  $R_{19}$  kui ka ühise varivõretakistiga  $R_{21}$ . Induk-tiivsused  $L_1-L_4$  on sageduskarakteristiku korrigeerimiseks kõr-getel sagedustel.



2. Hammaspinge generaator sisaldab türatroni ТТ 1-0, 1/0,3. Sagedus on astmeliselt valitav lülitiga МКЗ-I ja peenreguleeritav potentsiomeetriga R<sub>41</sub>.

3. Horisontaalkallutuse võimendi sisend on lülitiga ПК<sub>3</sub>-II ühendatav esiplaadil asuva klemmi abil, mispuhul ostsillograaf on kasutatav näit. faasi, sageduse ja modulatsioonisügavuse mõõtmiseks. Võimendi lõppaste on analoogiline vertikaalkallutuse võimendi lõppastmetega.

4. Elektronkiiretoru Л<sub>12</sub>(13 Л 037) kallutusplaadid on vajaduse korral ümberlülitatavad tagaseinas asuvatele klemmidele, mispuhul saab vaadeldavad pinged anda vahetult plaatidele. Lüliti T<sub>2</sub> eraldab juhtvõre takistilt R<sub>44</sub> läbi C<sub>13</sub> antavast kiire tagasijooksu kustutuspingest, mispuhul tagaseinas asuva klemmi M kaudu saab juhtvõrele anda välise heledust moduleeriva pinge.

5. Toiteosa koosneb järgmistest põhilistest sõlmedest:  
- elektronstabilisaator, mille täiturlambiks on Л<sub>9</sub>(6 ПЗС), alalispinge võimendiks Л<sub>10</sub>(6 Ж 8) ja tugipinge allikaks stabilovolt Л<sub>11</sub>(СГЗС);  
- anoodtoitealaldi +315 V kenotroniga Л<sub>15</sub>(5Ц4С);  
- negatiivse tugipinge alaldi kenotroniga Л<sub>16</sub>(6Ц5С);  
- negatiivse ja positiivse kõrgepingi alaldi elektronkiiretoru jaoks lampidega vastavalt Л<sub>14</sub>(2Ц2С) ja Л<sub>13</sub>(2Ц2С).

### Mõõteriista käsitsemine ja selle iseärasused

Enne võrku lüümist tuleb heleduse ja vertikaalvõimenduse nupud panna vastavalt äärmisesse parem- ja vasakpoolsesse asendisse; nupud "Фокус", "Ось x", "Ось y" keskasendisse; horisontaalvõimenduse nupp jaotustele 2-3, kallutusgeneraator piirkonnale 30-130 Hz. Sisselüümisel peab süttima signaallamp ja 1-2 minuti pärast ilmuma ekraanile jäme horisontaaljoon, mis nuppude "Ось x" ja "Ось y" abil reguleerida ekraani keskele ning nuppudega "Яркость" ja "Фокус" sobivalt heledaks ja teravaks. Joone mitteilmumisel tuleb see tuua ekraanile, käsitsedes vaheldumisi nuppe "Ось x" ja "Ось y"

On keelatud jätta kiirt ühe punktina liikumatult ekraanile, kuna see põhjustab ekraani fluorestseeruva kihi läbipõlemist.

## 18. OSTSILLOGRAAF C1-13

Seadet kasutatakse impulss- ja perioodiliste signaalide jälgimiseks ning mõõtmiseks, televisioonisignaali detailseks uurimiseks ning videovõimendite ja passiivsete neliklemmide sageduskarakteristikute jälgimiseks.

### 1. Põhilised tehnilised andmed.

Vertikaalkallutuse võimendi parameetrid:

- a) tundlikkus: režiimis 1 100 mm/V,  
režiimis 2 250 mm/V,
- b) läbilaskeriba 2 Hz - 20 MHz,
- c) uuritava signaali maksimaalne amplituud 300 V,
- d) lubatud maksimaalne alalispinge sisendis 300 V,
- e) sisendtakistus: välise pingejagajata  $1 \text{ M}\Omega \parallel 30 \text{ pF}$ ,  
välise pingejagajaga  $1 \text{ M}\Omega \parallel 10 \text{ pF}$ .

Välistel pingejagajatel on järgmised koefitsiendid: 1:10 ja 1:100.

Sisendi "ПЛАСТИНН" sisendtakistus  $2,2 \text{ M}\Omega \parallel 40 \text{ pF}$ .

Samas sisendis lubatud pinge amplituud 400 V.

Kalibreerimissüsteem võimaldab mõõta uuritava signaali amplituudi vahemikus 250 mV-25 V.

Potentsiaali mõõtmise süsteem võimaldab mõõta pinget vahemikus 25-250 V alalispingest kuni sageduseni 8 MHz.

Horisontaalkallutuse võimendi parameetrid:

- a) tundlikkus 17 mm/V,
- b) läbilaskeriba 1 Hz - 1,5 MHz.

Kallutusgeneraator võib töötada:

- a) perioodilise genereerimise režiimis,
- b) ooterežiimis,
- c) viitega ooterežiimis.

Kallutuse kestus on reguleeritav vahemikus 0,6  $\mu\text{s}$  - 8S.

Seadmel on marker signaalide ajaliste parameetrite mõõtmiseks.

Tõõks reaeraldamise režiimis on vajalik standardse televisioonisignaali amplituud 0,5 V.

Sageduskarakteristiku mõõtmisbloki (PB -III) parameetrid:

- a) sagedusdiapasoon 0,3-25 MHz,
- b) üheaegselt ekraanilt jälgitav sageduste diapasoon:  
minimaalne 1 MHz, maksimaalne 10MHz,
- c) vertikaalkallutuse võimendi tundlikkus 0,01 V/cm,
- d) SM-generaatori maksimaalne väljundpinge 1 V,
- e) vertikaalkallutuse võimendi tundlikkus detektori mõõtepea sisendist 0,04  $V_{ef}/cm$ .

SM-generaatori väljundtakistus 75  $\Omega$  ja 150  $\Omega$ .

Detektori mõõtepea sisendmahtuvus 8 pF.

Ostsillograafi toitevõimsus 600 VA.

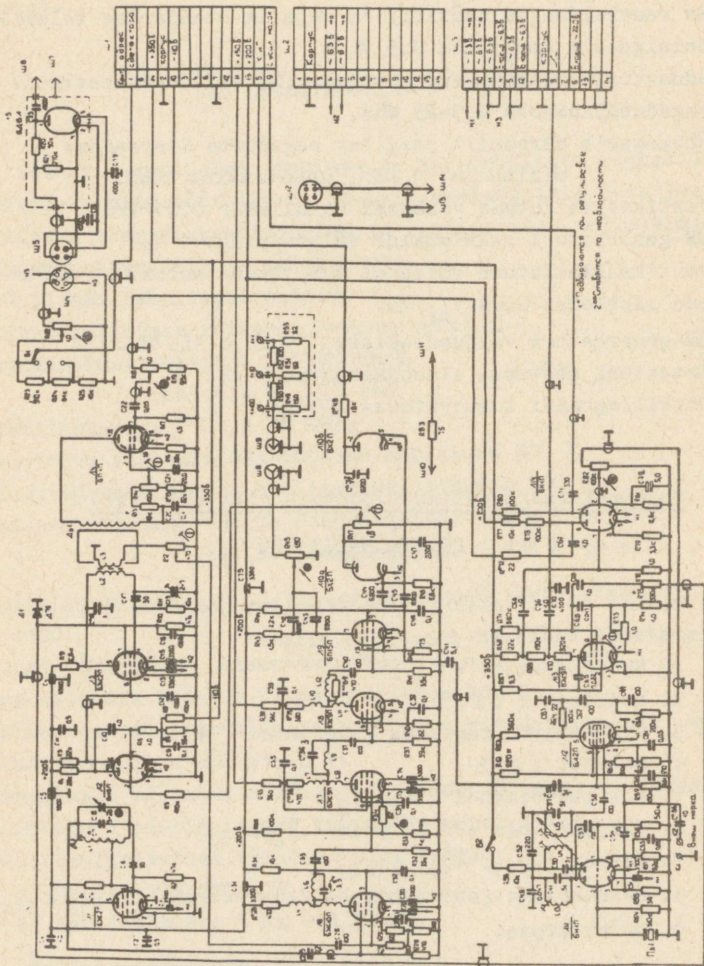
### Sageduskarakteristikute mõõtmisbloki (PB -III)

#### skeemi kirjeldus

Bloki PB-III elektriline skeem on joonisel 31. Bloki lahterskeemi kuuluvad järgmised sõlmed:

1. SM generaator ( $\Pi_3$ ).
2. Modulaator ( $\Pi_4$ ).
3. Fikseeritud sageduse generaator ( $\Pi_1$ ).
4. Segusti ( $\Pi_6$ ).
5. Lairibavõimendi ( $\Pi_7, \Pi_8$ ).
6. Väljundpinge AVR süsteem ( $\Pi_2, \Pi_{10}$ ).
7. Marker ( $\Pi_{11}, \Pi_{12}, \Pi_{14c}$ ).
8. Hammaspinge generaator ja faasipööraja ( $\Pi_{11}, \Pi_{14a}$ ).
9. Detektorpea.

SM generaatorist ( $\Pi_3$ ) ja fikseeritud sageduse generaatorist ( $\Pi_1$ ) antakse signaalid segustisse ( $\Pi_6$ ). Segusti väljundist antakse tekkinud vahesageduse signaal lairibavõimendisse ( $\Pi_7, \Pi_8$ ) ning sealt juhitakse võimendatud signaal väljundastmesse ( $\Pi_9$ ), mille koormuseks on väljundpinge jagaja.



Joonis 31. Seadme C1-13 bloki  
PB - III skeem.

Osa väljundpinget antakse SM generaatori ( $\mathbb{I}_3$ ) automaatse väljundpinge reguleerimise skeemi detektorisse ( $\mathbb{I}_{10}$ ).

SM generaatorit moduleeritakse hammasvooluga modulaatorist ( $\mathbb{I}_4$ ), mida omakorda tüürib hammaspinge generaator ( $\mathbb{I}_{13}$ ,  $\mathbb{I}_{14a}$ ). SM signaal, mis on läbinud uuritava neliklemmi, detekteeritakse detektoriga ( $\mathbb{I}_5$ ) ja võimendatakse ostsillograafi y-võimendis.

Ostsillograafi ekraanil saadud neliklemmi sageduskaarakteristiku kujutis on markeeritud nii amplituudi- kui ka ajamarkeritega. Ajamarkeri signaal saadakse SM signaali ja markergeneraatori ( $\mathbb{I}_{11}$ ) signaali tuiklemisel markersegustis ( $\mathbb{I}_{12}$ ). Segusti väljundist juhitakse signaal markervõimendisse  $\mathbb{I}_{14b}$ , selle väljundist aga y-võimendisse.

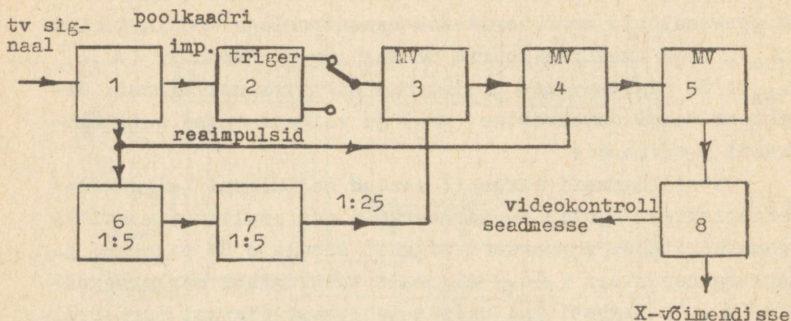
SM generaatori sageduse deviatsioon muutub diapasoonis 1-10 MHz (kesksagedus 45-55 MHz). Sageduse deviatsiooni muudetakse potentsiomeetriga  $R_{18}$ , mis reguleerib modulaatori võrele antava hammaspinge amplituudi.

#### Reaeraldusploki PE-II tööpõhimõte

Ühe, mistahes televisiooni reasignaali kuju jälgimiseks ostsilloskoobi ekraanil kasutatakse lülitust, kus reguleeritakse kaadri või poolkaadri ulatuses viidet formeeritud impulsil, mis käivitab ooterežiimis töötava ostsilloskoobi horisontaalkallutuse generaatori.

Käivitusimpulsi formeerimiseks ja ajalise viite saamiseks kasutatakse ostsilloskoobis C1-13 blokki, mille laheterskeem on joon.32.

Sünkroimpulsside selektoris 1 eraldatakse televisioonisignaalist rea- ja poolkaadriimpulsid. Poolkaadriimpulsid juhitakse kahendjagajasse (trigerisse) 2, mille väljundis on lüliti "Выбор полукадр", millega valitakse vajalik poolkaader. Trigeri väljundimpulsi esifront käivitab ooterežiimis töötava multivibraatori 3, mille väljundimpulsi pikkust saab reguleerida ("Выбор строк грубо") diskreetselt 25 reaperioodi kaupa. Diskreetsus on tagatud sellega, et multivibraato-



Joonis 32. Reaeraldusbloki lahterskeem.

ri väljundimpulsi tagafront fikseeritakse iga 25-nda reaimpulsiga, mis saadakse sagedusjagajast (6,7).

Multivibraatori 3 väljundimpulsi tagafront käivitab multivibraatori 4, mille abil on võimalik saada ajalist viidet ühe reaperioodi kaupa 25 reaperioodi diapasoonis. Multivibraatori 4 väljundimpulsi tagafront käivitab multivibraatori 5, mille väljundimpulsi pikkust reguleerides saavutatakse suhteliselt väike ajaline viide, mis võimaldab jälgida ostilloskoobi ekraanil ühe reasignaali kujutise eri osi.

Multivibraatori 5 tagafront käivitab ooterežiimis töötava kallutusgeneraatori 8. Kallutusgeneraatorist võetakse ka impulss, mis juhitakse videokontrollseadme kineskoobi võrele või katoodile, et jälgitav rida oleks kineskoobil markeeritud.

### Mõõteriista käsitlemine

#### Töötamine blokiga PБ-I

Uuritava signaali ühendamiseks ostsillograafi sisendiga kasutatakse üht neljast ühenduskaablist:

- kaabel pingejagajaga 1:10, sisendtakistus  $1 \text{ M}\Omega \parallel 10 \text{ pF}$ ,
- kaabel pingejagajaga 1:100, sisendtakistusega  $1 \text{ M}\Omega \parallel 10 \text{ pF}$ ,

- c) otseühenduse kaabel, mille sisendtakistus  $1 \text{ M}\Omega \parallel 60 \text{ pF}$ ,  
 d) 75-oomilise koormusega kaabel.

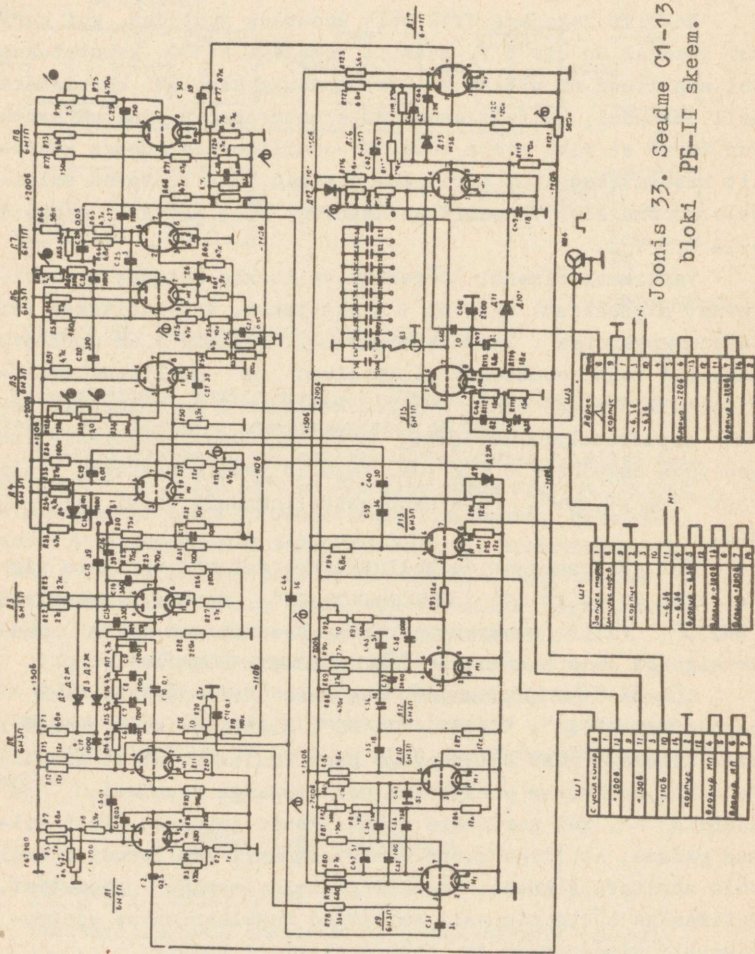
Kaablit jagajaga 1:10 võib kasutada juhtudel, kui uuritav signaal on üle 3 V, kaablit jagajaga 1:100 kasutatakse, kui amplituud on üle 30 V. Otseühenduse kaablit kasutatakse neil juhtudel, kui ahelasse mõõtejhtme poolt lisatud mahtuvus 60 pF ei riku ahela tööd. 75-oomilise koormusega kaablit kasutatakse, kui uuritakse ahelaid, mis töötavad sellisele koormusele. 75-oomilise kaabliga võib mõõta pingeid alla  $8,5 V_{ef}$ .

Vertikaalvõimendi töörežiim valitakse sõltuvalt uuritavast signaalist. Režiimi 1 kasutatakse, kui uuritakse laia sagedusspektriga impulss-signaale. Režiimis 1 on uuritava signaali kuju moonutused minimaalsed ja amplituudkarakteristiku lineaarne osa väike. Režiimis 2 on võimendil parem amplituudkarakteristik, kuid sageduskarakteristik langeb juba sagedusel 6 MHz 30%. Vajalik režiim seatakse lüliti "Под работы", mis asub ostsillograafi bloki esiplaanil.

Kui sünkroniseerida kallutusgeneraatorit uuritava signaaliga, tuleb lüliti "Синхронизация" panna asendisse "Внутр". Välise sünkroniseerimise kasutamisel tuleb sünkrosignaali anda sisendisse "Вход внешносинхр".

Lüliti "Синхронизация" seatakse ühele järgnevatest asenditest: "1:1"; "1:10"; "1:100". Olenemata sünkroniseerimise viisist, peab sünkropinge peenregulaator olema asendis "+", kui uuritakse positiivse polaarsusega impulsse, ja asendis "-", kui uuritakse negatiivseid impulsse. Peab silmas pidama, et liiga suure sünkrosignaali amplituudi korral võib uuritava signaali ostsillogrammis tekkida moonutusi. Optimaalne sünkrosignaali amplituud reguleeritakse sünkrosignaali pingejagaja ja peenregulaatori abil.

Töötamisel viitega ooterežiimis, peab lüliti "Под развертки" (blokis РБ -I) olema asendis "Задержка". Tuleb jälgida, et selle režiimi puhul kälvitusimpulsside periood oleks suurem kui viide.



Joonis 33. Seadme C1-13 bloki PB-II skeem.

## Töötamine blokiga РБ -II

Ostsilloskoobi sisendisse "Вход У" antakse televisioonisignaali ning lülitiga "Делитель У" ja potentsiomeetriga "Усиление У" reguleeritakse signaali kujutise suurus ekraanil sobivaks. Soovitav on, et vertikaalkallutuse võimendi töötab režiimis "Реж. II". Potentsiomeetri "Синхронизация" reguleerimisega tuleb saavutada laotatud signaali kujutise tekimine ekraanil. Lüliti "Синхронизация" algasend on "1:1". Positiivse sisendpinge polaarsuse korral peab lüliti "Синхронизация" olema asendis "-", negatiivse signaali korral asendis "+".

Sisendpinge amplituudi reguleerides ("Делитель У" ja "Синхр.") tuleb saavutada püsiv signaali kujutus ekraanil.

Potentsiomeetrite "Выбор строк грубо", "Плавно" ja "Подстройка" ning lüliti "Выбор.полукадров" abil valitakse soovitud osa televisioonisignaalist. Jälgitava televisioonirea markeerimiseks videokontrollseadme ekraanil antakse ostsilloskoobi väljundist "Л" impulss videokontrollseadme võrele või katoodile. Lülitiga "Длительность развертки" valitakse sobiv kallutusperiood.

## Töötamine blokiga РБ -III

1. Lüliti "Род работы" asetatakse asendisse "РБ -III".
2. Kaabel, mille otsas on pingejagaja, ühendatakse väljundisse "ВЫХОД ВЧ".
3. Bloki РБ -III väljundisse "Вход У" ühendatakse:
  - a) detektorpeaga kaabel, kui uuritaval neliklemmil pole detektorit,
  - b) otseühenduse kaabel, kui uuritaval neliklemmil on detektor.
4. Kontrollida SM-generaatori väljundpinget: mõõteriista osuti tuleb potentsiomeetriga "Выходное напр." seada punasele joonele.
5. Kontrollida markergeneraatori tööd: ajamärkide amplituud

on 3-4 mm. Ajamärgid, mis on kordsed 5 MHz-ga, on 2-3 korda teistest suurema amplituudiga. Markergeneraator lülitakse sisse tumbleriga "Марки".

6. Kontrollida kogu sweepgeneraatori trakti tööd: anda pingejagaja "X100" väljundist pinge detektorpeasse, seada lüliti "Выходное напр." asendisse "10", lüliti "Усиление У" asendisse "1:1" ning, pöörates potentsiomeetrit "Средняя частота", kontrollida SM generaatori sageduskarakteristikut (nupust "Девиация" seada viipesagedus 10 MHz).
7. Ühendada generaatori väljundjuhe uuritava neliklemmi sisendiga ning generaatori detektorpea neliklemmi väljundiga.

M ä r k u s: detektorpead ei tohi ühendada ahelatesse, milles on alalispinge üle 250 V.

#### 19. SAGEDUSMÕÕTJA 43-7

Mõõteriista 43-7 kasutatakse siinuseliste võnkumiste sageduse ja täisnurksete impulsside kordussageduse mõõtmiseks sagedusalas 10 Hz-500 kHz. Lisaseadmete abil on võimalik mõõta pöörlevate seadmete pöörete arvu.

Tehnilised andmed.

Mõõtepiirkonnad: 0,1-0,2-0,5-1-2-5-10-20-50-100-200-500 kHz.

Mõõdetavate impulsside kordussagedus: 10-20000 Hz, kestusega:

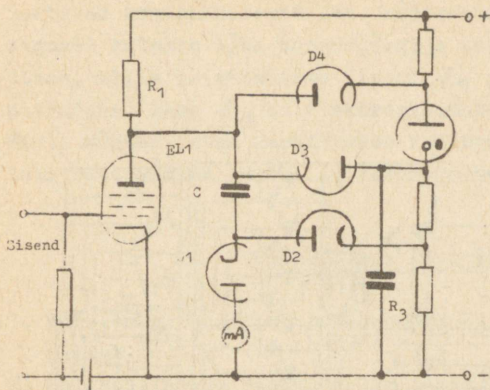
- a) piirkonnas 0,1 ja 0,2 kHz - 200-10000  $\mu$ s,
- b) piirkonnas 0,5 ja 1 kHz - 40 - 150  $\mu$ s,
- c) piirkonnas 2;5;10;20 kHz - 5-15  $\mu$ s.

Põhiviga ei ületa:

a) siinuselise pinge sageduse mõõtmisel diapsoonis 20 Hz-200 kHz  $\pm$  1,5%; diapsoonis kuni 20 Hz ja üle 200 kHz  $\pm$  2% pinge efektiivväärtustel 0,1-300 V.

b) impulsside kordussageduse mõõtmisel  $\pm$  2%.

Sisendpinge amplituud 5-50 V.



Toide: 220 V $\pm$ 10%,  
 50 Hz $\pm$ 0,5%.  
 Võimsus: 45 W.  
 Sisemise kalibree-  
 rimisgeneraatori  
 sagedus: 10 kHz  
 $\pm$  0,5%.  
 Sisendtakistus:  
 üle 500 k $\Omega$  .  
 Sisemahtvus: alla  
 15 pF.

Joonis 34. Seadme 43-7 tööd selgitav skeem.

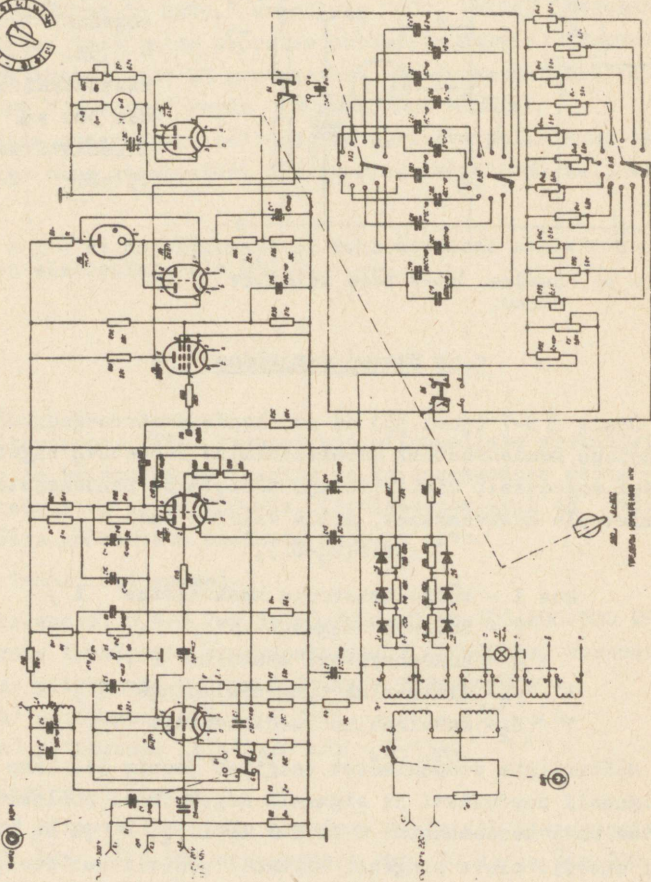
### Skeemi kirjeldus

Seade 43-7 (joon.35) on nn. kondensaatorsagedusmõõtja, kus toimub kondensaatori ümberlaadimine mõõdetava sagedusega võrdsetel sagedusel. Osutiriistaga mõõdetakse kondensaatori tühjenemisvoolu keskvaartust, mille väärtus on:

$$I = f \cdot C(U_2 - U_1),$$

kus I - tühjenemisvoolu keskvaartus A ,  
 f - mõõdetav sagedus Hz ,  
 C - kondensaatori mahtvus F ,  
 U<sub>1</sub> - minimaalne tühjenemispinge V ,  
 U<sub>2</sub> - maksimaalne laadimispinge V .

Mõõteriista tööpõhimõtet selgitab joonis 34. Lamp EL1 on signaali puudumisel ja signaali negatiivsel poolperioodil suletud ning kondensaator C laadub läbi R<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> ja R<sub>3</sub> stabilivoldi anoodil oleva pingeni. Signaali positiivsel poolperioodil lamp EL1 avaneb ja kondensaator tühjeneb läbi lampi EL1, diodi D<sub>1</sub> ning mõõteriista, kuni stabilivoldi katoodi pingeni. Diodid D<sub>3</sub> ja D<sub>4</sub> tagavad kondensaatori C laadumise stabilivoldi anoodil oleva pingeni ning tühjenemise stabilivoldi katoodil oleva pingeni.



Joonis 35. Sageusmootja 43-7 skeem.

Seadmes 43-7 mõõtepiirkondade ümberlüülimisel vahetuvad laetavad kondensaatorid (vt. mõõteriista skeemil). Mõõdetav signaal antakse läbi katoodjürgija kolmeastmelisesse võimendisse, mille esimene aste (lambi  $\Lambda_1$  parempoolne osa) töötab piirajana. Lamp  $\Lambda_3$  on elektronkommutaator (joonisel 34 lamp EL1). Mõõteriistas kasutatakse kalibreerimisgeneraatorit, milleks kasutatakse lambi  $\Lambda_1$  parempoolset osa.

### Mõõteriista käsitsemine

1. Enne võrku lüümist tuleb kontrollida osutiriista mehhaanilist nulli.
2. Lülitada seade võrku, mille tagajärjel süttib indikaatorlamp. Seadet tuleb soojendada 30 min.
3. Seada lüliti "Пределы измерения kHz" asendisse "0,1-200" ja mõõtepiirkondade lüliti "kHz" asendisse "10".
4. Tumbler "10 kHz-ИЗМ" panna asendisse "10 kHz".
5. Potentsiomeetrist "Калибровка" seada mõõteriista osuti näidule "100".
6. Mõõdetav pinge tuleb ühendada ühega kahest sisendist sõltuvalt pinge väärtusest.

### 20. UNIVERSAALNE TOITEALLIKAS УИИ-1

Toiteallikas on põhiliselt kasutatav elektronlampe sisaldavate seadmete anood- ja võreahelate stabiliseeritud alalispingega ning kütteahelate toiteks stabiliseerimata vahelduvpingega.

#### а. Põhilised tehnilised andmed

Stabiliseeritud alalispinge 20-600 V on koormatav vooluga 0-600 mA. Stabiliseeritud alalispinge 0-400 V on koormatav vooluga 0-5 mA. Pingete stabiilsus  $\pm 0,5\%$  võrgupinge muutmisel piires +5 - -15% nimiväärtusest või koormusvoolu muutmisel nullist maksimaalväärtuseni.

Vahelduvpinged 2,15; 2,5; 4 ja 5 V on koormatavad vooluga kuni 4 A; pinged 12,6 ja 24 V - 2,5 A, 6,3 V kuni 10 A



ning on kaitstud vastavate sulavkaitsmetega. Tagaseinas väljatoodud küttepinge 6,3 V pole varustatud kaitsmetega ning on koormatav vooluga kuni 25 A. Lühise puhul selles ahelas kasvavad lühisvoolud kuni riista peakaitsme ( $\Pi_1$ ) sulamiseni.

### Skeemi kirjeldus

Skeem (joon.36) koosneb kolmest elektronstabilisaatorist.

1. Elektronstabilisaator 20-600 V. Siin on täiturlampideks ГY-50 (8 tk.) paralleellülituses ( $\mathbb{L}_5 - \mathbb{L}_{12}$ ), võimenduslampideks 12X1Л ( $\mathbb{L}_{13}$ ). Väljundpinget reguleeritakse astmeliselt 3-kordse 5-positsioonilise lülitiga  $\mathbb{L}_1$ , mis lülib ümber alaldi trafo mähise väljavõtteid 3-7 ning kompensatsioonpinge pingejagajat  $R_{34}-R_{49}$ . Väljundpinget peenreguleeritakse potentsiomeetriga  $R_{31}$ .

2. Tugipingestabilisaator. See on ette nähtud negatiivse tugipinge -330 V andmiseks äsja kirjeldatud elektronstabilisaatori 20-600 V kompensatsioonpinge pingejagaja alumisele klemmile (punkt A skeemis). Täiturlambiks on siin  $\mathbb{L}_{15}$  (4П1Л), võimendajaks  $\mathbb{L}_{16}$  (12X1Л) ja tugipingeallikaks stabilovolt ЦГ3С ( $\mathbb{L}_{17}$ ). Viimase anoodiga on ühendatud ka stabilisaatori 20-600 V võimenduslambi  $\mathbb{L}_{13}$  katood, mis saab seega potentsiaali -225 V. Tänu sellele ongi stabilisaatori 20-600 V väljundpinget võimalik reguleerida, alates väga väikestest väärtustest (20 V).

3. Elektronstabilisaator 0-400 V. Selle skeem on analoogiline tugipingestabilisaatori skeemiga. Väljundpinget reguleeritakse lüliti  $\mathbb{L}_2$  abil astmeliselt 0-200-400 V ja peenreguleeritakse traatpotentsiomeetriga  $R_{68}$ .

Väljundpinget kontrollitakse voltmeetriga  $\mathbb{M}\mathbb{L}2$ , mis on ümberlülitatav lülitiga  $\mathbb{L}_3$ .

### Mõõteriista käsitlemine ja selle iseärasused

Enne võrku lülitamist asetada piirkondade 20-600 V lüliti ( $\mathbb{L}_1$ ) piirkonnale 20-150 V ja lüliti  $\mathbb{L}_3$  piirkonnale 0-200 V

ning peenreguleerimise potentsiomeetrid ( $R_{33}, R_{68}$ ) äärmisesse asendisse vastu kellaosuti suunda. See vastab väljundpingete minimaalväärtusele.

Tuleb jälgida, et stabilisaatori 0-400 V koormusvool ei ületaks 5 mA, vastasel korral võib läbi põleda traatpotentsiomeeter  $R_{68}$ . Pingete mõõtmisel voltmeetriga VIII 2 tuleb arvestada seda, et voltmeeter koormab stabilisaatori 0-400 V väljundit, mistõttu voltmeetri ümberlüümisel stabilisaatori 0-400 V väljundpinge ei jää endiseks, vaid suureneb.

## 21. UNIVERSAALNE TOITEALLIKAS VIII-2

Seade VIII -2 on ette nähtud raadioelektroonika aparatuuri toiteks.

Tehnilised andmed:

### 1. Väljundpinged:

- stabiliseeritud alalispinge 20-300 V, mis on astmeliselt jaotatud 5-ks diapsooniks. Diapsooni ulatuses reguleeritakse pinget sujuvalt. Koormusvool kuni 250 mA,
- stabiliseeritud alalispinge (võre-eelpingeks) 0- -50 V, koormusvool kuni 3 mA,
- stabiliseerimata alalispinge 200-400 V, mis jaguneb 5-ks diapsooniks.

M ä r k u s. On lubatud üheaegselt kasutada väljundeid 20-300 V ja 200-400 V summaarse koormusvooluga kuni 250 mA;

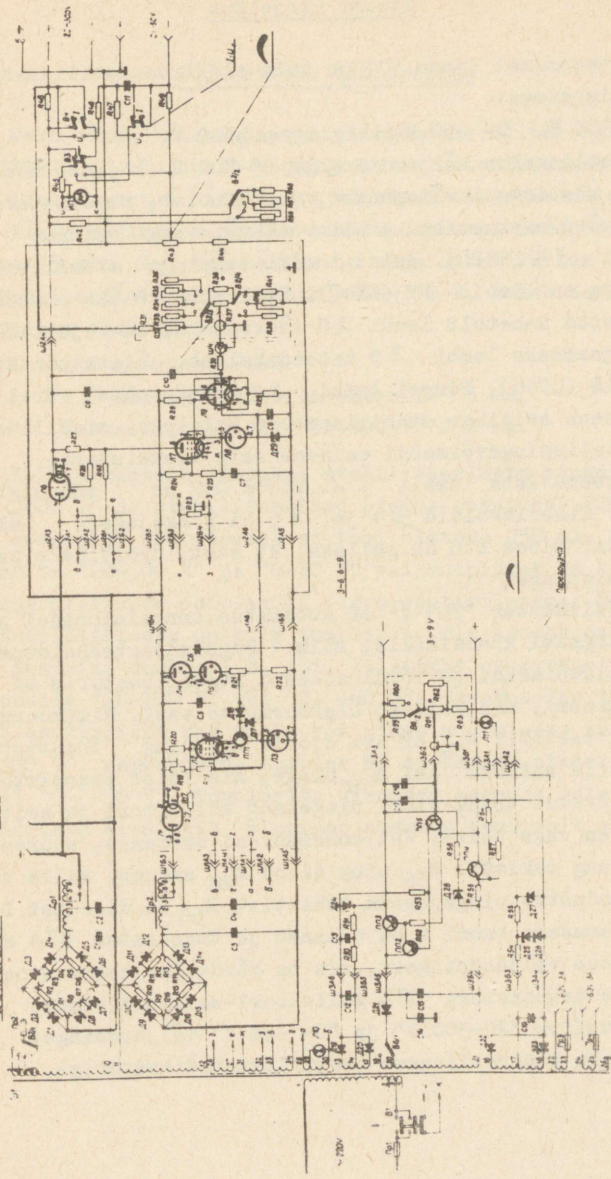
- stabiliseeritud alalispinge 3-9 V, koormusvool kuni 1 A,
- stabiliseerimata vahelduvpinge 6,3 V, koormusvool 3 A (2 väljundit).

M ä r k u s. On lubatud mõlemad väljundid ühendada järjestikku.

### 2. Stabiliseeritud pingete pulsatsioon ei ületa: väljundis 20-300 V:

	koormusvoolu	200 mA juures	3 mV,
	"	250 mA	" 8 mV,
väljundis 0-50 V.....			3 mV,
väljundis 3-9 V .....			9 mV.

Toitevoimsus 400 VA.



Joonis 37. Toiteallika УМН-2 skeem.

Toiteseadmel (joon.37) on kolm elektronstabilisaatorit väljundpingetega:

20-300 V, 0- -50 V (eelpinge), 3-9 V.

Stabilisaator väljundpingega 20-300 V koosneb kaheastmelisest alalisvooluvõimendist, juhtlambist, regulaatorlambist ja võrdlusskeemist. Alalisvooluvõimendi esimene aste on lambil  $\mathbb{A}9$  (6H2 $\Pi$ ). Astet toidab eelpinge stabilisaator. Teine aste on lambil  $\mathbb{A}7$  (6K4 $\Pi$ ). Et lambi  $\mathbb{A}6$  üks anoodidest on ühendatud vahetult lambi  $\mathbb{A}7$  tüürvõrega, on vajaliku eelpinge tagamiseks lambi  $\mathbb{A}7$  katoodehelasse lülitatud stabilovolt  $\mathbb{A}8$  (CГ1 $\Pi$ ). Pinget lambi  $\mathbb{A}9$  vasakpoolisel võrel hoiab konstantsena eelpinge stabilisaator. Eelpinge stabilisaatoris on alalispingevõimendi esimene aste transistoril  $\mathbb{III}1$  ( $\Pi101$ ), teine aste lambil  $\mathbb{A}2$ . Diod D17 on transistori kaitseks. Stabilovoldid  $\mathbb{A}4$  ja  $\mathbb{A}5$  on pingejagaja ülemiseks õlaks. Diod D18 on selleks, et stabilovoltidele tagada süttimispinge.

Stabilisaator "3-9 V" on koostatud transistoridel ja sisaldab järgmisi klassikalisi sõlmi: regulaatortransistor, alalisvooluvõimendi ja võrdlusskeem. Stabilisaatoris on kasutatud skeemi, mis kaitseb ülekoormuste eest. Nimikoormusel pingelang takistil  $R_{56}$  ei ava diodi  $D_{28}$  ning transistori  $\mathbb{III}4$  baasile antakse läbi  $R_{58}$  pinge, mis hoiab transistori avatuna. Avatud transistori pingelang kollektori ja emitteri vahel on väga väike. Kui koormusvool suureneb, suureneb ka pingelang takistil  $R_{56}$  ning diod  $D_{28}$  avaneb, mille tulemusena moodustub pingejagaja takistist  $R_{58}$  ja diodist  $D_{28}$ . Selle tulemusena baasi vool väheneb ja transistor  $\mathbb{III}4$  sulgub ning osa väljundpingest, mis on võrdeline koormusvooluga, langeb transistori  $\mathbb{III}4$  kollektori-emitteri vahel.

Väljundite "20-300 V" ja "0- -50 V" väljundpinget ja koormusvoolu kontrollitakse osutiriist-indikaatoriga.

## Mõõteriista käsitsemine

Enne võrku lüümist peab piirkondade lüliti olema asendis "20-70 V". Sujuvalt reguleerimise potentsiomeetrid peavad olema keeratud äärmisesse vasakpoolsesse asendisse.

Võrku lüümisel süttib indikaatorlamp. Seade peab soojenema 15 min. Kui töö käigus on vaja ümber lülida pingete piirkondi astmeliselt vahemikus 20-300 V, tuleb seda teha koormuseta olukorras.

Lubatud koormusvoolud:

eelpinge stabilisaatoril 3 mA,  
stabilisaatoril "20-300 V" 250 mA.

Kui üheaegselt võetakse stabiliseerimata pinget puksidest "400 V" ja stabiliseeritud pinget puksidest "20-300 V", siis summaarne koormusvool ei tohi ületada 250 mA. Stabilisaatorite "20-300 V" ja "0-50 V" väljundpinget ja koormusvoolu kontrollitakse esiplaadil oleva osutiriistaga. Osutiriista ümberlüülimiseks on kolm tumblert, mis asuvad osutiriista all. Keskmise tumbleri B<sub>3</sub> abil lülitakse osutiriist kas väljundile "20-300 V" või "0-50 V". Vasakpoolne tumbler B<sub>4</sub> lüübib osutiriista kas voolu või pinget mõõtmiseks väljundil "20-300 V", parempoolne tumbler B<sub>5</sub> on samaks otstarbeks väljundil "0-50 V". Tumblerite ülemises asendis tuleb lugeda osutiriista ülemiselt, alumises asendis alumiselt skaalalt.

## K i r j a n d u s t

1. Шкурин Г.Н. Справочник по электроизмерительным и радиоизмерительным приборам, т. II. Радиоизмерительные приборы. Воениздат, М. 1960.
2. Шкурин Г.П. Справочник по новым радиоизмерительным приборам. Воениздат, М. 1966.
3. Осипов К.Д. и Пасынков В.З. Справочник по радиоизмерительным приборам, ч. I - V. "Советское радио", М. 1959-1964.
4. Вишенчук И.М. и др. Электроннолучевой осциллограф и его применение в измерительной технике. Физматгиз, М.1959.
5. Швецкий Б.И. Электронные измерительные приборы с цифровым отсчетом. "Техника", Киев 1964.
6. Полулях К.С. Электронные измерительные приборы. "Высшая школа", М. 1966.
7. Biskop, I. Elektronmõõteriistad, I ja II osa. TPI rotaprint, Tallinn 1962, 1963.
8. Радиоизмерительные приборы. Каталог-проспект. НИИ экономики и информации по радиоэлектронике, Москва 1967,1968.

## S i s u k o r d

Sissejuhatus.....	3
Elektronmõõteriistade üldisi kasutamisjuhendeid....	3
1. Lampvoltmeeter B3-2a (МВЛ-2М).....	6
2. Lampvoltmeeter B3-13.....	9
3. Lampvoltmeeter B3-3 (МВЛ-3).....	12
4. Lampvoltmeeter B3-4 (МВЛ-4).....	14
5. Kõrgsagedusvoltmeeter B3-15.....	17
6. Impulssvoltmeeter B4-1A (МВИ-1М).....	20
7. Impulssvoltmeeter B4-2 (ВЛИ-3).....	23
8. Universaalne lampvoltmeeter BK7-4 (ВОЛУ-1).....	27
9. Volt-oommeeter BK7-7.....	31
10. Arvnäiduga volt-kilo-oommeeter BK2-6.....	35
11. Teracoommeeter E6-3 (МОМ-4).....	40
12. Q-meeter E9-1 (KB-1).....	43
13. Universaalne sild E12-2 (УМ-3).....	46
14. Ebalineaarsete moonutuste mõõtja C6-1 (ИНИ-12)..	50
15. Heligeneraator Г3-33.....	53
16. Kõrgsagedusgeneraator Г4-18.....	57
17. Ostsillograaf C1-1 (Ө0-7).....	63
18. Ostsillograaf C1-13.....	66
19. Sagedusmõõtja Ч3-7.....	74
20. Universaalne toiteallikas УИП-1.....	77
21. Universaalne toiteallikas УИП-2.....	80
22. Kirjandust.....	84



Hind 18 kop.

A-258

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00465805 2