

K. MÖLS

**RAADIOHÄIRETE  
KÕRVALDAMINE  
TÖÖSTUSLIKES ELEKTRISEADMETES**

EESTI NSV MINISTRITE NÕUKOGU  
RIIKLIK TEADUSLIK-TEHNILINE KOMITEE  
TALLINN 1961

Archives.

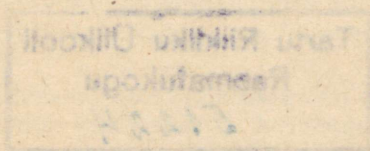
AR

2/51224

A-23568

K. MÖLS

RAADIOHÄIRETE KÕRVALDAMINE  
TÖÖSTUSLIKES ELEKTRISEADMETES



EESTI NSV MINISTRITE NÕUKOGU  
RIIKLIK TEADUSLIK-TEHNILINE KOMITEE  
TALLINN 1961

2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

51224

ARHIIVKOGU

## SISSEJUHATUS

Suure vene teadlase A. S. Popovi geniaalne leiutus — raadio — on viimase aastakümne jooksul saavutanud kõrge arenguastme ja muutunud tähtsaks sidevahendiks, etendades suurt osa meie maa poliitilises, kultuuri- ja majanduselusel.

Raadiolevi ja -side aparatuuri täiustamisel, töökindluse tõstmisel ning raadiosaate ja -vastuvõtu kvaliteedi parandamisel on oluline tähtsus aparatuuri häirekindluse tõstmisel ja elektromagnetilise välja puhastamisel häiretest vastuvõtukohal.

NSV Liidus on tehtud viimase 20 aasta jooksul tähelepanuväärset tööd raadiohäirete uurimisel ja kaitseabinõude välja-töötamisel ning juurutamisel.

Intensiivsusele on kõige tugevamad tööstuslikud raadiohäired, mida tekitavad mitmesugused elektriaparaadid ja majapidamisriistad, samuti elektri- ja autotransport. Kõrge häirenivoo suurtes linnades halvendab tunduvalt raadio- ja televisioonisaadete kvaliteeti. Samuti on häiritud ka magistraalraadioside.

Tööstuslike häirete kõrvaldamiseks on tarvilikul efektiivne meetod, mis seisneb spetsiaalsete kõrgsagedusfiltrite ja varjestuse kasutamises. Nende tööde alusel on loodud vajalik aparaatuur, välja töötatud häirete mõõtmise meetodika ja koostatud häirenivoo normid.

NSV Liidu Sideministeeriumi poolt 1. VII 1954. a. kehtetatud normid, mis määravad lubatud raadiohäirete pinged ja väljatugevuse, on kohustuslikud kõigile ministeeriumidele, ettevõtetele ja asutustele ning on aluseks häirete mõõtmisel ja kaitseabinõude väljatöötamisel.



## TÖÖSTUSLIKUD HÄIRED JA NENDE MÕJU RAADIOVASTUVÕTULE

### Tööstuslike häirete mõiste ja allikad

Raadioside arengu algaastail piirdus häirete mõiste kõigile tuntud «atmosfääriliste lahendustega» ja selle all mõeldi kõiki raadiovastuvõtul esinevaid häireid, mille akustiline efekt valjuhääldajas oli analoogiline atmosfäärilistel häiretel saadud efektiga.

Edaspidi selgus, et atmosfääriliste raadiohäirete kõrval omavad tähtsat kohta veel mitmesuguste elektriseadmete töötamisel tekkivad häired.

Need häired kujutavad endast võnkumisi, mis tekivad mitmesugustes elektriaparaatide vooluringides voolu ja pinge järsul muutumisel. Paljude seadmete tööpõhimõtte aga seisnebki järskudes voolu ja pinge muutustes, nagu katkestid, lülitid, sise-põlemismootorite süüteseadmed, elektrikeevitusaparaadid jne.

Kuna peaaegu iga elektriline süsteem omab mahtuvust, induktiivsust ja aktiivtakistust, siis üleminekule ühelt režiimilt teisele kaasnevad alati sumbuvad vabavõnkumised. Need võnkumised moodustavad katkematu sagedusspektri, mille pinge amplituud väheneb sageduse tõusuga.

Enamik segavaid elektriseadmeid annavad pideva sagedusspektri, haarates peaaegu kogu sagedusala, mida kasutatakse raadiosideks, alates kõige pikematest lainetest ja lõpetades ultralühilainetega.

Elektriseadmete vooluringides tekkivad kõrgsagedusvoolud ja -pinged levivad mööda juhtmeid, mille ümber moodustub häireväli. Viimane mõjub vastuvõtjate antennile nii vahetult kui ka mitmesuguste teiste juhtmete vahendusel, mis asuvad häirekandjate läheduses.

Peale tööstuslike raadiohäirete mõjub vastuvõtule veel rida teisi häireid.

Kõik raadiohäired jagunevad aktiivseteks ja passiivseteks. Aktiivsete raadiohäirete hulka kuuluvad need, mida tekitavad aktiivsed tehnilikud või looduslikud elektromagnetiliste võnkumiste allikad, näiteks tööstuslikud raadiohäired, mis tekivad elektriseadmete töötamisel; atmosfäärilised raadiohäired, mida põhjustavad mitmesugused maa atmosfääris toimuvad elektro-

magnetilised protsessid; vastuvõtuseadme sisemised häired, mis tekivad fluktuatsiooninähtuste põhjal võnkeringides ja lam-pides.

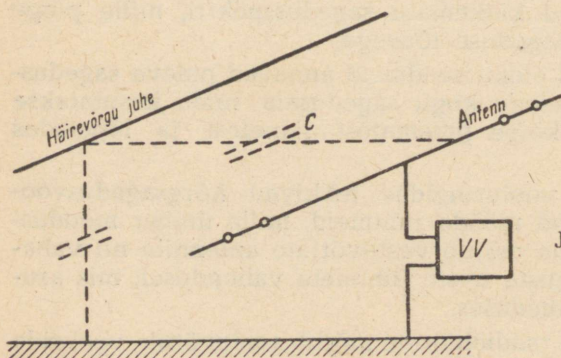
Passiivseteks raadiohäireteks on sellised häired, mis on tingitud mitmesugustest nähtustest, mis segavad normaalset raadiolainete levi saatjast vastuvõtjani, näiteks feeding lühilainetel, raadiokaja jne.

Raadiohäireid nimetatakse välisteks, kui häireallikad asuvad väljaspool vastuvõtuseadet (tööstuslikud, atmosfäärilised jne. häired). Raadiohäired, mis tekivad vastuvõtjas endas lampide ja võnkeringide mürade arvel, samuti teistest protsessidest, nimetatakse sisemisteks raadiohäireteks.

### Vastuvõtja side häireallikaga

Vastuvõtja võib olla sidestatud häireallikaga nii antenni ja maanduse kui ka toitevõrgu kaudu. Peale selle, kui vastuvõtja on halvasti varjestatud, võivad ka võnkeringid vahetult häireid vastu võtta.

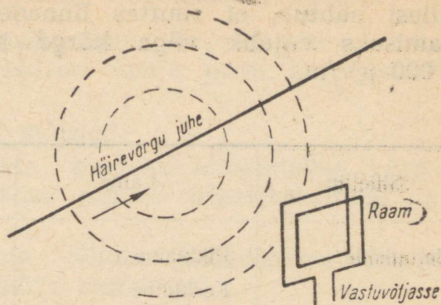
Nagu katsed näitavad, toimub põhiline häirete vastuvõtt antenni mahtuvusliku sidestuse ja vähesel määral induktiivse sidestuse kaudu toitevõrgust või häireallika mõju all olevast võrgust. Tavalistes tingimustes võtab maja elektrivõrk väga hästi vastu häireid, mis on tekitatud trammi, trollibussi, keevitusaparaatide jne. poolt. Ka antenni sisestusjuhe asub tavaliselt elektrijuhtmete vahetus läheduses, olles mahtuvuslikus sidestuses häireidkandvate juhtmetega.



Joonis 1. Antenni mahtuvuslik sidestus häireallikaga.

Joonisel 1 on kujutatud häireid kandva võrguga mahtuvuslikult sidestatud antenn, kust selgub, et häired on seda tugevamad, mida lähemal asub segav võrk vastuvõtja antennile ja mida suuremas ulatuses nad on paralleelsed. Sellisel juhul on sidestusmahtuvus suurim. Induktiivse sidestuse kaudu mõjuvad häired on sellisel juhul tühisid.

Joonis 2. Antenni induktiivne sidestus häireallikaga.



Vastuvõtul raamantenniga olukord muutub: siin, vastupidi, esineb tugev induktiivne sidestus raamantenni ja häirevõrgu vahel. Joonisel 2 on näha, et suuremad vastuvõtuhäired tekivad siis, kui raamantenn asub paralleelselt ja lähedal häirevõrgule. Mahtuvuslik sidestus on siinjuures väike raami väikesel pinnal. Raami tasapinna pööramiseks  $90^\circ$  võrra häireallika suhtes isegi viimase vahetus läheduses kaob häirete vastuvõtt peaaegu täielikult. Seda väärtuslikku raamantenni omadust kasutatakse häireallikate peilimiseks ja häirevabaks vastuvõtuks üldse.

### Tööstuslike häirete iseloom

Tööstuslikke raadiohäireid võib oma iseloomult jaotada kahte gruppi: 1) ebakorrapäraseid impulshäireid ja 2) moduleeritud ja moduleerimata kõrgsageduslikud siinuselised häired.

Esimesed kutsuvad vastuvõtja võnkeringides esile pinge amplituudi kaootilise muutumise. Neid häireid tekitab kollektormootorid, termoregulaatorid, sisepõlemismootorite süüteseadmed jne. Siinuselisi häireid tekitab raadiosaatjad, vastuvõtjate ostsillaatorid, kõrgsageduslikud meditsiinilised ja teaduslikud aparatuurid jne.

Tööstuslikud häired avaldavad enamikul juhtudel mõju ka televisioonikujutisele.

Praktika näitab, et kvaliteetseks vastuvõtuks vajalik kasuliku signaalipinge ja häirepinge suhe on erisuguste häireallikate puhul erinev, mistõttu igal üksikul juhul tuleb küsimus lahendada iseseisvalt, arvestades eksploatatsioonitingimusi ja häireallikate paiknemist.

Selline olukord tingis vajaduse välja töötada normid lubatava häirepinge kohta, mida mõõdetakse häireallika klemmidel ja standardantennis kindlal kaugusel häireallikast.

Orienteerivad kasuliku väljatugevuse väärtused, mis on vajalikud mitmesugustel raadioside liikidel, arvestades häirete

olemasolu, on toodud A. N. Štšukini andmete põhjal tabelis 1. Sellest nähtub, et suurtes linnades on kvaliteetse vastuvõtu saamiseks vajalik väga kõrge kasuliku signaali tase — 10 000  $\mu\text{V/m}$ .

Tabel 1

Sideliin	Laine	Väljatugevus $\mu\text{V/m}$	
Telefoniside	Pikk laine	800	} (linnades)
	Kesk laine	150	
	Lühilaine	15	
	Ultralühilaine	150	
Raadiolevi	Kesk laine	Suures linnas	10 000
		Kesk mises linnas	4000
		Maakohas	1000
	Lühilaine	Linnas	200
		Maakohas	100
Televisioon	Ultralühilaine	500	

Tabelis 2 on toodud kasuliku signaali ja mürapinge suhted mõnede sideliikide jaoks, väljendatult detsibellides:

$$[\text{dB}] = 20 \lg \frac{E_s}{E_h};$$

kus  $E_s$  — signaalipinge,

$E_h$  — häirepinge.

Tabel 2

Sideliik	$E_s/E_h$ dB	
	Vaevalt rahuldav vastuvõtt	Täiesti hea vastuvõtt
Telegraafiside (üleskirjutus-aparaat) . . . . .	5 . . . 10	10 . . . 20
Telefoniside . . . . .	10 . . . 15	25 . . . 35
Raadiolevi . . . . .	15 . . . 20	30 . . . 100

## NSV Liidus lubatud tööstuslike raadiohäirete normid

Alltoodud normid määravad lubatavad raadiohäired, mis on tekitatud mitmesuguste elektriseadmete poolt sagedusalas 0,15—400 MHz.

Normide tabelis esinevad mõisted:

1) tööstuslike raadiohäirete pingeks nimetatakse kõrgsageduspinget, mõõdetuna välise juhtme ühendusklemmi ja häireallika korpuse vahel;

2) tööstuslike raadiohäirete väljaks nimetatakse kõrgsagedusvälja, mis tekib häireallika töötamisel;

3) häirevälja tugevuseks loetakse maksimaalset pinget, mida mõõdetakse 1 m pikkuse varrasantenniga maksimaalse kiirguse suunas, arvestades laine polarisatsioonitasapinda sagedustel üle 20 MHz.

Vajalik raadiohäirete mahasurumise aste tähtsamate seadmete kohta on määratud tabelis 3 toodud normidega (avaldatud NSV Liidu Sideministeeriumi poolt 1954. a.).

Tabel 3

Häireallikad	Suurimad lubatud tööstuslikud raadiohäired sagedusel							
	400—20 MHz		20—2,5 MHz		2,5—0,5 MHz		0,5—0,15 MHz	
	Väljatugevus	Pinge	Väljatugevus	Pinge	Väljatugevus	Pinge	Väljatugevus	Pinge
	$\mu\text{V/m}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V/m}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V/m}$	$\mu\text{V}$	$\mu\text{V/m}$	$\mu\text{V}$
Kõrgsageduslikud meditsiiniseadmed	50	200	20	200	50	500	100	1000
Elektritransport	200	—	50	—	100	—	250	—
Sisepõlemismootorite süüteseadmed	< 2	—	< 2	—	< 2	—	< 2	—
Telegraafiaparatuur	200	1000	50	200	100	500	250	1000
Gaaslahendus- ja luminescents-lambid	50	200	20	50	50	100	100	250
Elektrimasinad, aparaadid ja seadmed, olenevata tüübist ja võimsusest	50	200	20	50	50	100	100	250
Televiisorid	—	200	20	50	50	100	100	250

## Tööstuslike häirete kõrvaldamise meetodid

Võitlus tööstuslike häiretega võib toimuda: 1) raadio-saatjate võimsuse tõstmisega, 2) vastuvõtjas erilülituste kasutamise, 3) kaitseabinõude tarvituselevõtmisega häireallika juures.

Esimest meetodit võib käesoleval ajal lugeda täidetuks, sest saatjate võimsuse edasine tõstmine on keeruline ja ebatstarbekas.

Mõningat efekti saatja võimsuse suurendamisel, eriti viimase aastakümne jooksul, on andnud impulssmodulatsiooni kasutamine. See meetod on leidnud laialdast rakendamist detsimeeter- ja sentimeeterlainetel. Impulssmodulatsiooniga võivad töötada telefoni- ja telegraafiside saatjad jne. Häirekindluse suurenemine impulssmodulatsiooni kasutamisel põhineb sellel, et sama energia kulu juures võib suurendada kiirgusvõimsust.

Raadiohäirete ärastamine vastuvõtukohal hõlmab järgmisi abinõusid.

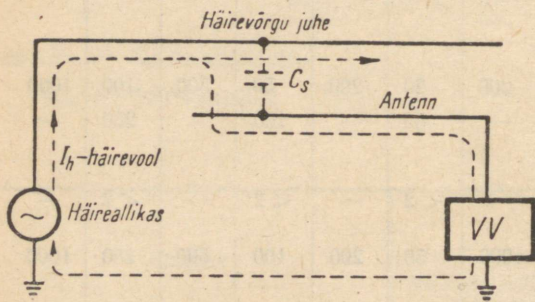
1. Uute vastuvõtumeetodite kasutamine, näit. selektiivne detekteerimine ja sagedusmodulatsioon, mis on eriti levinud viimaste aastate jooksul.

2. Spetsiaalsete mürapiiirajate kasutamine vastuvõtjas. Impulsshäirete kõrvaldamiseks kasutatakse mürapiiirajaid, mis sulevad vastuvõtja tugevate lühiajaliste häireimpulsside puhul.

3. Häirekindlate antennisüsteemide kasutamine.

Selgituseks vaatleme, kuidas kanduvad häired häireallikast (elektrivõrgust) vastuvõtjasse.

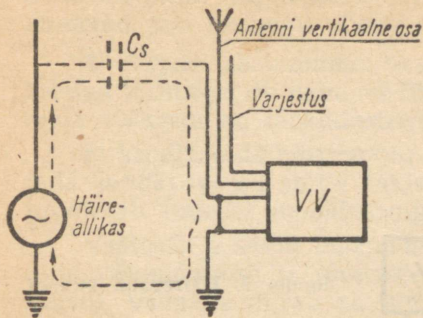
Patareitoitega vastuvõtjates kanduvad häired antenni- ja maandusjuhtmesse mahtuvusliku sidestuse kaudu mõnest häireid kandvast juhtmest.



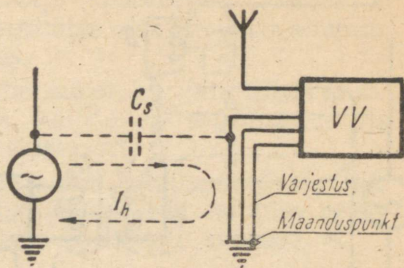
Joonis 3. Häirevõrgu juhtmega mahtuvuslikult sidestatud antenn.

Joonisel 3 on kujutatud mahtuvuslik sidestus häirivjuhtme ja antenni horisontaalse osa vahel. Sama nähtus võib esineda ka vertikaalse antenni puhul.

Häirete vähendamiseks tuleb vähendada mahtuvust  $C_s$ . Selleks tuleb antenni horisontaalne osa tõsta maast võimalikult kõrgele ja asetada risti häirivjuhtmetega ning vertikaalne osa



Joonis 4. Mahtvuslik sidetus antennijuhtme varjestuse ja häirevõrgu juhtme vahel.



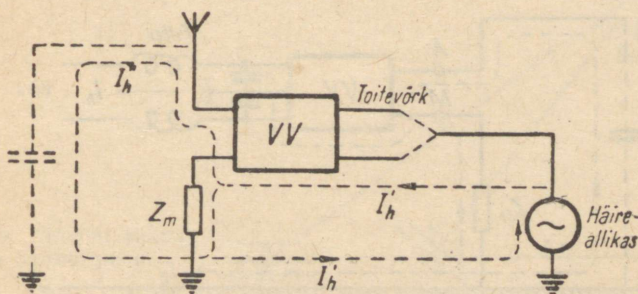
Joonis 5. Varjestatud maanduse mahtvuslik sidetus häirevõrguga.

asetada varjese või kasutada koaksiaalkaableid (joonis 4). Häirevool sellisel juhul läheb mööda varjet vastuvõtja šassii ja maandusjuhtme kaudu maasse.

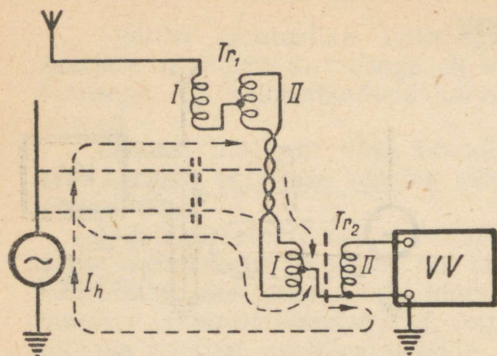
Vähem ohtlik mürade juhtimisel vastuvõtjasse on maandusjuhe. Selleks et maandusjuhtme kaudu vastuvõtjasse sattunud häired oleksid minimaalsed, tuleb vähendada maandusjuhtme pikkust või veel parem asetada see varjestatud kesta. Joonisel 5 on näidatud mahtvusliku sidestuse kaudu maandusjuhtmesse kantavad häired.

Häirete vastuvõtu suhtes halvemas olukorras on võrkvastuvõtjad. Lisaks eeltoodud juhtudele toimub siin häirete vastuvõtt ka toitevõrgust. Vastav aseseem on toodud joonisel 6, millest selgub, et häired on seda nõrgemad, mida väiksem on kogu süsteemi maandustakistus. Järelikult antud juhul tuleb maksimaalselt lühendada maandusjuhet.

Kõigi eeltoodud puuduste kõrvaldamiseks kasutatakse häirevaba antenni (joonis 7). Tema tööpõhimõte seisab selles,



Joonis 6. Häirete vastuvõtt toitevõrgust.

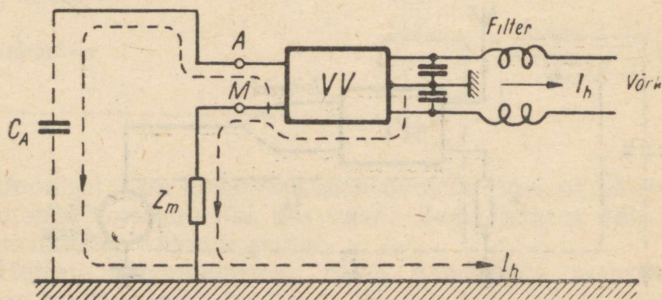


Joonis 7. Häirevaba antenn.

et antenni töötav osa viiakse häireväljast välja võimalikult kõrgele. Antenni sidestatakse vastuvõtjaga toiteliiniga, mis koosneb kahest kõrgsagedustrafost ja neid ühendavast tavalisest kahejuhtmelisest kaablist. Üks trafodest asetatakse võimalikult antenni lähedale, teine vastuvõtja juurde. Sellise toiteliini korral indutseeruvad primaarmähisest sekundaarmähisesse, mis on ühendatud vastuvõtjaga, ainult antenni ülemise horisontaalosa poolt vastuvõetud signaalid. Häireväljadest liini juhtmeisse indutseerunud voolud (olles mõlemas juhtmes ühesuunalised ja võrdse tugevusega) tasakaalustuvad primaarmähises ja sekundaarmähisesse üle ei kandu. Elektriväljadest tingitud häirete hävitamiseks, mis võivad kanduda üle trafo mähiste vahelise mahtuvuse kaudu, paigutatakse trafo mähiste vahele harilikult metallkoega varjestus.

Peale ülaltoodud antenniseadmete on häirete vähendamiseks laialt levinud suundantennid, näiteks raamantenn. See annab häid tulemusi sagedusalas 0,15—1,5 MHz.

Viimastel aastatel on hakatud laialt kasutama väikese-mõõdulisi, vastuvõtjasse sisseehitatud ferriitantenne, mida on võimalik pöörata ja seega soovivat saatjat välja reguleerida



Joonis 8. Toitevõrgust tulevate häirete ärastamise skeem.

maksimaalsele tugevusele. Tugevamate saatjate kuulamisel annavad nad peaaegu täiesti müravaba vastuvõtu.

4. Filtrite kasutamine vastuvõtja toitevõrgus. Joonisel 8 toodud lülitusest on näha, et filtreerimise efekt on seda suurem, mida väiksem on maandustakistus.

Et kindlustada häirevoolu vähenemist, on vaja filtris kasutada induktiivsusi, mille takistus kaitstavas sagedusalas on tunduvalt suurem maandusringi takistusest.

Vastuvõtja šassii maandamine antud juhul on nõutav müra vähendamise ja ohutustehnika eeskirjade täitmise seisukohalt. Viimane piirab ka filterkondensaatorite suuruse.

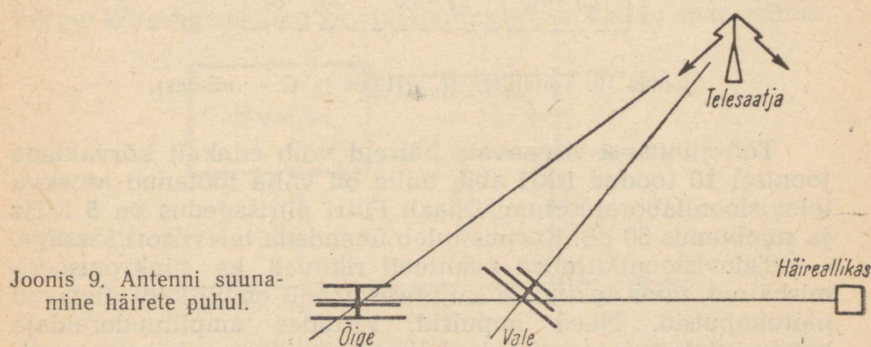
Nimetatud meetodid tööstuslike häirete kõrvaldamisel vastuvõtukohal aitavad tervel real juhtudel, kuid praktiliselt siiski ei lahenda küllalt efektiivselt seda küsimust. Elektromagnetilise välja puhastamisel tööstuslikest raadiohäiretest on parimaks vahendiks nende tekkimise ärastamine häireallika juures.

Häirete kõrvaldamiseks häireallika juures tuleb: 1) vähendada häireallika poolt tekitatud elektromotoorset jõudu; 2) nõrgendada häireallika metallosade või juhtmete vahetut kiirgust; 3) vähendada häireid häireallikat toitvates või häireallikast toidetavates liinides.

Et õigesti valida skeeme häirete mahasurumiseks häireallika võrgus, selleks vaatleme eraldi peatükis ka arvutust.

5. Televisioonisaadete häirevabaks vastuvõtuks tuleb kasutada suundantenni ja õigesti sobitatud toiteliini, kõrvaldada häired vastuvõtja sisendis spetsiaalsete häirefiltritega ja kasutada häirekindlaid sünkroniseerimisskeeme.

Televiisori sisendis maksimaalse signaali ja müra suhte saavutamiseks tuleb toiteliinina kasutada koaksiaalkaablit, toiteliin sümmetreerida ja lainetakistused sobitada, samuti antenn õigesti suunata (joonis 9).



Häired satuvad televiisorisse peamiselt antenni kaudu. See-  
pärast on tähtis kõrgsagedusseadmete ja raadiojaamade põhi-  
sagedusi või nende harmoonilisi kõrvaldada juba televiisori  
sisendis. Tuleb vaadelda kahte juhtu: kui häiresagedus satub  
televiisori sagedusalasse või kui ta jääb sellest välja.

Esimesel juhul on ärastamine võimalik vaid siis, kui häire-  
spekter katab kitsast riba vastuvõtja sagedusalast. Kitsaribalise  
tõkestusfiltriga on võimalik nõrgendada häireid, ilma et kaju-  
tis märgatavalt halveneks.

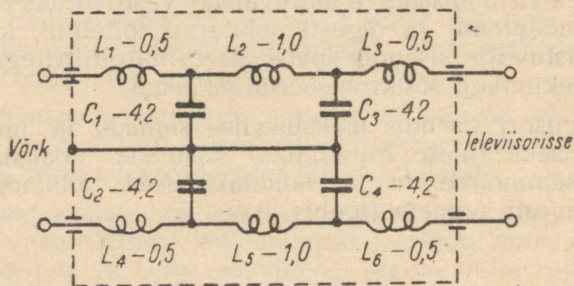
Teisel juhul võivad häired tekkida ristmodulatsiooni taga-  
järjel, mispuhul kujunevad kombineeritud sagedused ja peegel-  
kanalid. Ristmodulatsiooni tegur sõltub häiresignaali suuruselt  
ja sisendlambi tõusu mittelineaarsusest, millest on ka kombineeritud  
sageduste intensiivsus.

Nimetatud häirete kõrvaldamiseks on järgmised moodused.

1. Sisendlambile antakse selline eelpinge, mille juures rist-  
modulatsioon või kombineeritud sagedused oleksid võimalikult  
väikesed.

2. Vastuvõtja sisendis kasutatakse pingejagajat. Selle mee-  
todi efektiivsus sõltub televisioonisignaali suuruselt ja televi-  
sori tundlikkusest.

3. Tõstetakse televiisori sisendringide selektiivsust, mis  
ühtlasi nõrgendab ristmodulatsiooni ja kõrvaldab häirete tun-  
gimise võimaluse peegelkanalite kaudu televiisorisse.



Joonis 10. Toitefilter ( $L$   $\mu$ H-des ja  $C$  — nF-des).

Toitejuhtmest sisenevaid häireid võib edukalt kõrvaldada  
joonisel 10 toodud filtri abil, mille on välja töötanud Moskva  
televisioonilaboratooriumi filiaal. Filtri piirisagedus on 5 MHz  
ja sumbumus 60 dB. Korpus tuleb ühendada televiisori šassiiga.

Televisioonikujutise kvaliteeti rikuvad ka sünkroniseeri-  
mishäired, mida tekitavad kujutisesignaali amplituudi ületavad  
häireimpulsid. Need impulsid, sattudes amplituuderaldaja  
kaudu sünkroniseerimis- ja hälvitusringidesse, häirivad vii-  
maste tööd. See võib muuta kujutise täiesti segaseks.

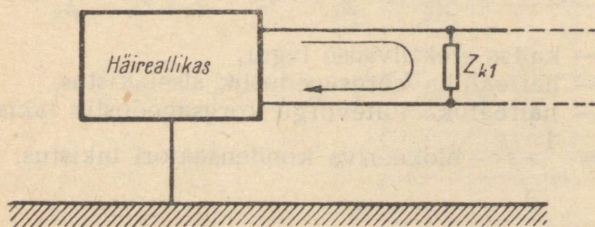
Sünkroniseerimiseadmete häirekindluse tõstmiseks kasutatakse mitmesuguseid lülitusi. Lihtsaimaks neist on nn. lukustatud skeem, mida kasutatakse televiisoris «Znamja» ja mis märgatavalt vähendab juhuslike häireimpulsside mõju sünkronismile.

Täiuslikum on reahälvitusgeneraatori automaatne järelhäälestus faasidiskriminaatori abil, mida on kasutatud televiisoris «Rubin-A». Laiema leviku on saavutanud nn. inertne sünkroniseerimine, mida kasutatakse televiisorites «Rubin» ja «Jantar». Lukustatud skeem koos inertse sünkroniseerimisega täiendavad teineteist ja on kasutusel televiisorites «Neva» ja «Mir».

## TOOSTUSLIKE HÄIRETE KÕRVALDAMINE ELEKTRIVÕRKUDES

Häired levivad elektrivõrkudes suurtele kaugustele sümmeetriliselt või ebasümmeetriliselt.

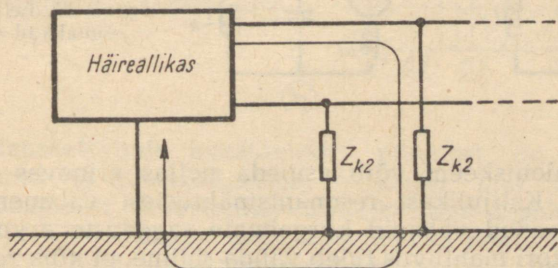
Sümmeetriline häirete levimine on kujutatud joonisel 11.



Joonis 11. Sümmeetriline häirete levimine elektrivõrgus.

Häirevool levib toitevõrgu juhtmeid mööda ja lühistatakse võrgu kõrgsagedusliku ekvivalenttakistuse kaudu.

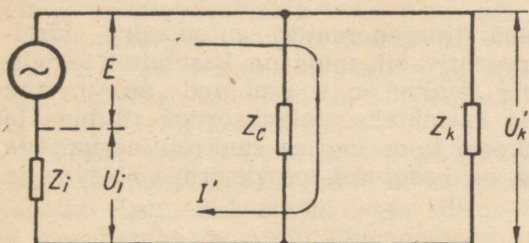
Ebasümmeetriline levimine on näidatud joonisel 12, kus häirevool levib mööda kumbagi toitejuhet maha, lühistudes võrgu kõrgsagedusliku ekvivalenttakistuse kaudu maa suhtes.



Joonis 12. Ebasümmeetriline häirete levimine elektrivõrgus.

## Häireallika toitevõrgu blokeerimine mahtuvusega

Seda meetodit kasutatakse neil juhtudel, kui häireallika ja toitevõrgu sisetakistus on suur.



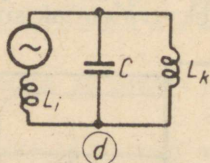
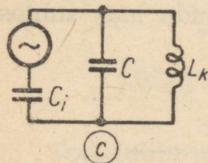
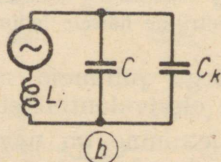
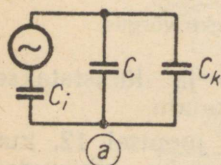
Joonis 13. Mahtuvusega blokeeritud häireallika aseskeem.

Joonisel 13 on toodud ekvivalentskeem, mille järgi arvutatakse kaitse efektiivsuse tegur:

$$K_T = QK_1;$$

$$Q = 1 + \frac{Z_c}{Z_k} + \frac{Z_c}{Z_i}; \quad K_1 \approx \frac{Z_k}{Z_i + Z_k} \cdot \frac{Z_i}{Z_c};$$

kus  $K_T$  — kaitse efektiivsuse tegur,  
 $Z_i$  — häireallika kõrgsageduslik sisetakistus,  
 $Z_k$  — häireallika toitevõrgu kõrgsageduslik takistus,  
 $Z_c = \frac{1}{\omega C}$  — blokeeriva kondensaatori takistus.

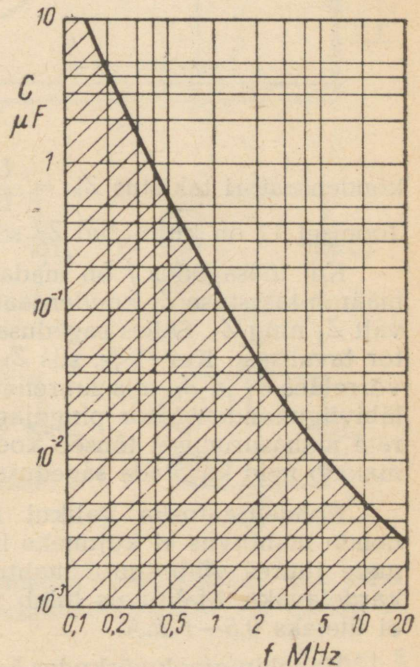


Joonis 14. Eelmise skeemi võimalikud variandid.

Ekvivalentskeem võib esineda neljas erinevas variandis (joonis 14). Kahjulikest resonantsinähtustest vabanemiseks on tabelis 4 toodud valemid kõrgeimate sageduste arvutamiseks. Kondensaatori mahtuvus tuleb valida selline, et kõik resonantsisagedused asuksid madalamal kõige madalamast sagedusest kaitstavas sagedusalas.

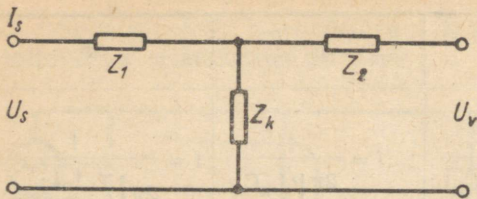
a	b	c	d
Resonantsi ei esine	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_i(C+C_k)}}$	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_k C}}$	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{L_i L_k}{L_i L_k} C}}$

Iga filtri põhiliseks osaks on kondensaator. Varematal aastatel kasutati filtrites mitmesuguseid kondensaatoreid, milledest levinumad olid paberkondensaatorid. Viimaste kasutusala ei vasta enam tänapäeva nõuetele (joonis 15). Kaitstava sagedusala laienemine ultralühilainealale nõuab spetsiaalse konstruktsiooniga kondensaatoreid.

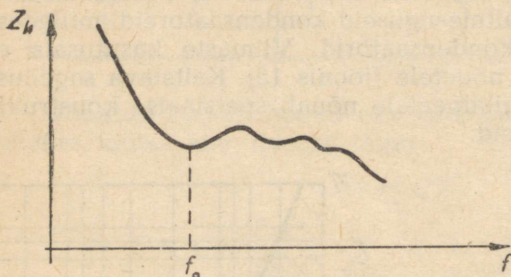


Joonis 15. Paberkondensaatorite kasutamise piirkond (viirutatud ala).

Kondensaatoritele esitatavatest nõuetest on tähtsamad temperatuuri- ja niiskusekindlus. Viimasel ajal kasutatakse filtrites peamiselt hermeetilisi metallkestaga kondensaatoreid tüüp K3 ja КБП. Esimest neist kasutatakse põhiliselt pikk- ja kesklainealas. Lühi- ja ultralühilainel kasutatakse nn. läbiviigukondensaatoreid КБП. Läbiviigukondensaator ekvivalent-skemi (joonis 16) võib kujutada T-neliklemmina. Läbiviigu-



Joonis 16. Läbiviigu-kondensaatori aseseem.



Joonis 17. Läbiviigu-kondensaatori takistuse sõltuvus sagedusest.

kondensaatori takistus  $Z_k = \frac{U_v}{U_s}$  (kui väljel puudub koormus).

Joonisel 17 on kujutatud  $Z_k$  sõltuvus sagedusest.

Kui töösagedus  $f$  on madalam resonantsisagedusest  $f_0$ , siis määrab takistuse  $Z_k$  kondensaatori mahtuvus, mis ületab tunduvalt  $Z_1$  ning  $Z_2$ . Selles sagedusalas ei erine läbiviigukondensaator tavalisest. Kui  $f > f_0$ , siis  $Z_k$  on väga väike ( $10^{-3} - 10^{-4} \Omega$ ), võrreldes  $Z_1$  ja  $Z_2$ , mis suurenevad koos sagedusega. Siis töötab läbiviigukondensaator pingejagajana ja tema efektiivsus häirete mahasurumisel tõuseb koos sagedusega. See asjaolu võimaldab neid kasutada sagedusalas kuni 400 MHz.

Kondensaatorite valikul tuleb lähtuda tingimustest, et nende mahtuvus ei kujuneks liiga suureks. Maandamata seadmete juures võib suure mahtuvuse kasutamine muutuda elukardetavaks. Mahtuvus tuleb valida selline, et maandusvool ei ületaks 0,5–1 mA.

Vahelduvvooluvõrkudes kasutatavate kondensaatorite summaarne mahtuvus ei või ületada 220 V puhul 0,013  $\mu\text{F}$  ja 127 V juures 0,023  $\mu\text{F}$ .

Majapidamisriistades kasutatakse veel kondensaatoriblokke tüüp 3B.

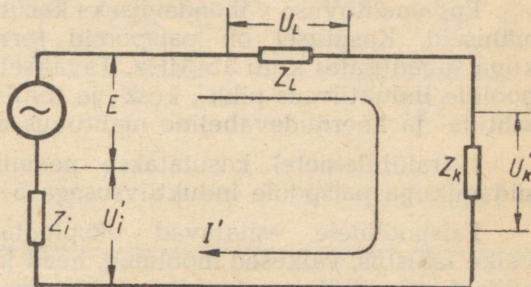
Mõningatel juhtudel kasutatakse ka kondensaatoreid tüüp KCO ja КБГИ nende väikese endainduktiivsuse tõttu. Ultralühilainel kasutatakse kondensaatoreid mahtuvusega 500–1000 pF.

## Häireallika toitevõrgu kaitsmine induktiivsusega

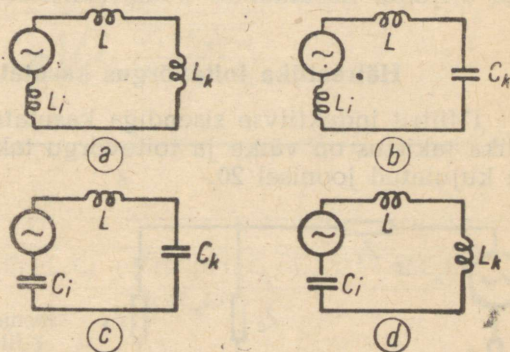
Sellist skeemi tarvitatakse juhul, kui häireallika ja toite-  
võrgu sisetakistus on väike. Joonisel 18 on toodud ekvivalent-  
skeem. Kaitse efektiivsuse tegur arvutatakse valemiga

$$K_T = QK_i; \quad Q = 1 + \frac{Z_i}{Z_L} + \frac{Z_k}{Z_L};$$

kus  $Z_L = \omega L$  — paispooli induktiivtakistus.



Joonis 18. Induktiivsusega summutatud häireallika aseskeem.



Joonis 19. Eelmise skeemi võimalikud variandid.

Resonantsinähtustest hoidumiseks kasutatakse valemeid vastavalt ekvivalentskeemi variantidele joonisel 19, tabelis 5.

Tabel 5

a	b	c	d
Resonantsi ei esine	$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{(L_1 + L) C_k}}$	$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{C_1 C_k}{C_1 C_k} \cdot L}}$	$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{(L + L_k) C_i}}$

Kõigil juhtudel tuleb induktiivsus valida selline, et resonants asuks madalamal kõige madalamast nõutud piirkonnas kasutatavast sagedusest.

Juhul kui  $L$  saadakse väga suur ja selle valmistamine on raskendatud, siis tuleb valida teine filtri skeem.

Kõrgsageduslike häirete summutamiseks peab paispool omama vajalikku induktiivsust minimaalse endamahtuvuse juures ja väikest kaotakistust, et saavutada suurim kõrgsagedus-takistus laiemas kaitstavas sagedusalas.

Endamahtuvuse vähendamiseks kasutatakse sektsioneeritud mähiseid. Kasutusel on paispoolid ferromagnetilise südami-kuga sagedusalas kuni 15 MHz. Tavaliselt on kõrgsageduspais-poolide induktiivsus pikk-, kesk- ja lühilainealas 50—3000  $\mu\text{H}$ ; kihtide- ja keerdudevaheline mahtuvus on 2—25 pF.

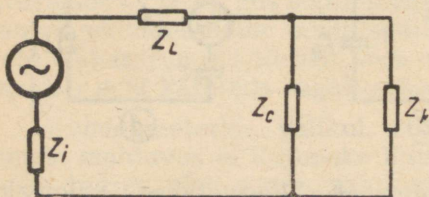
Ultralühilainetel kasutatakse peamiselt silindrilisi õhk-südamikuga paispoole induktiivsusega 5—10  $\mu\text{H}$ .

Paispoolidele esitatavad eksploatatsioonilised nõuded: väike takistus, väikesed mõõtmed, head jahutustingimused ning küllaldane mähise vastupidavus rappumisel.

Tihti on need nõuded teineteisele vastukäivad, mistõttu igal erijuhul kasutatakse kompromiisslahendust.

### Häireallika toitevõrgus kasutatavad filtriid

$\Gamma$ -filtrit induktiivse sisendiga kasutatakse juhul, kui häire-allika takistus on väike ja toitevõrgu takistus suur. Aseskeem on kujutatud joonisel 20.



Joonis 20. Induktiivse sisendiga  $\Gamma$ -filtriga summutatud häire-allika aseskeem.

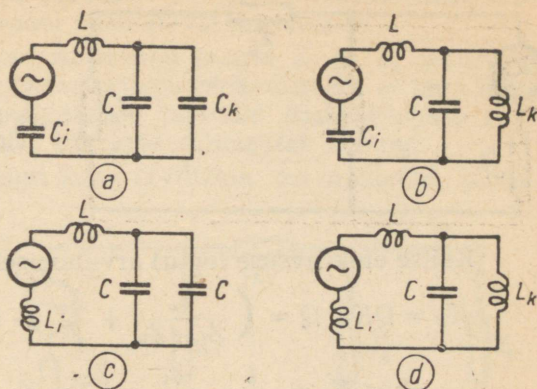
Kaitse efektiivsuse tegur

$$K_T = QK_i; Q = \left( \frac{Z_i}{Z_L} + 1 \right) \cdot \left( \frac{Z_c}{Z_k} + 1 \right) + \frac{Z_c}{Z_L}.$$

Kahjulike resonantsisageduste arvutamiseks on tabelis 6 toodud valemid vastavalt neljale aseskeemi variandile joonisel 21.

On vajalik, et kõik resonantsisagedused asuksid tunduvalt madalamal kaitstava sagedusala kõige madalamast sagedusest.

Joonis 21. Eelmise skeemi võimalikud variandid.



Tabel 6

a

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot \frac{(C+C_k) C_i}{C+C_k+C_i}}}$$

b

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{(L C_i + L_k C_i + L_k C) + \sqrt{(L C_i + L_k C_i + L_k C)^2 - 4 L L_k C C_i}}{2 L L_k C C_i}}$$

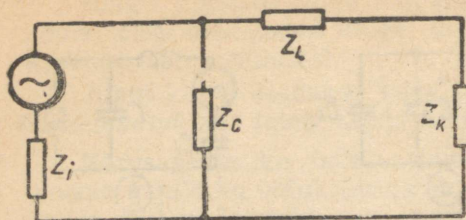
c

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{(L_i + L) \cdot (C + C_k)}}$$

d

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_k C \frac{L_i + L}{L + L_i + L_k}}}$$

$\Gamma$ -filtrit mahtuvusliku sisendiga kasutatakse juhul, kui häireallika takistus on suur, toitevõrgu takistus aga väike. Ase-skeem on toodud joonisel 22.



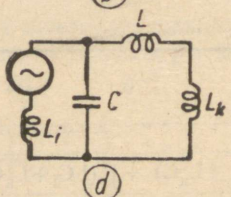
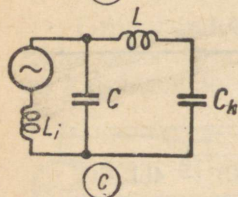
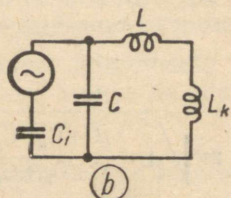
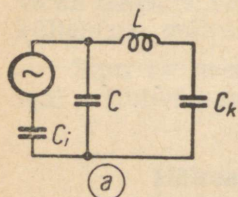
Joonis 22. Mahtuvusliku sisen-  
diga  $\Gamma$ -filtriga summutatud  
häireallika aseskeem.

Kaitse efektiivsuse teguri arvutamiseks kasutame valemeid:

$$K_T = QK_1; \quad Q = \left( \frac{Z_c}{Z_L + Z_k} + \frac{Z_c}{Z_i} + 1 \right) \cdot \left( \frac{Z_k}{Z_L} + 1 \right);$$

$$\text{kus } K_1 \approx \frac{1}{K_0} \cdot \frac{Z_i}{Z_c} \cdot \frac{Z_L}{Z_k}; \quad K_0 = \frac{Z_i + Z_k}{Z_k}.$$

Ekvivalentiskeem võib esineda neljas variandis (joonis 23)  
Resonantsisagedusi arvutatakse valemitega, mis on toodud  
tabelis 7.



Joonis 23. Eelmise skeemi  
võimalikud variandid.

Tabel 7

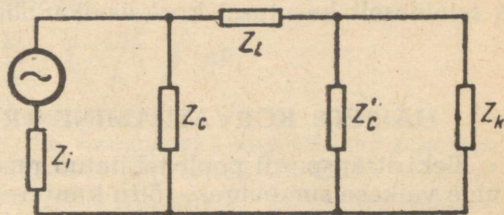
a	b	c
$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot \frac{CC_k}{C + C_k}}}$	$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{(L + L_k) C}}$	$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L_i (L + L_k) C}{L + L_k + L_i}}}$
d		

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\left( \frac{L_i}{C} + \frac{L_i}{C_k} + \frac{L}{C} \right) + \sqrt{\left( \frac{L_i}{C} + \frac{L_i}{C_k} + \frac{L}{C} \right)^2 - 4 \cdot \frac{LL_i}{CC_k}}}{2LL_i}};$$

Toodud valemitega saadakse kõrgemad resonantsisagedused, mis asuvad väljaspool kasutatavat sagedusala.

$\Pi$ -filtrit kasutatakse suhteliselt suurte  $Z_i$  ja  $Z_k$  väärtuste puhul, kus lihtne kondensaatoritega blokeerimine ei taga nõutud häirete summutamist, samuti juhtudel, kus vajatakse suuremat kaitse efektiivsust, kui seda võimaldab  $\Gamma$ -filter.

Häireallika aseskeem koos  $\Pi$ -filtriga on näidatud joonisel 24.



Joonis 24.  $\Pi$ -filtriga summutatud häireallika aseskeem.

Kaitse efektiivsuse tegur arvutatakse valemiga

$$K_T = QK_I; \quad Q = \left( \frac{Z_c}{Z_L + Z_k} + \frac{Z_c}{Z_i} + 1 \right) \cdot \left( \frac{Z_k}{Z_L} + 1 \right).$$

Resonantsisageduste arvutusvalemid on samad mis  $\Gamma$ -filtri juures.

Kõik häiresummutusfiltrid jaotatakse nelja põhigruppi: 1)  $C$ -filtrid; 2)  $L$ -filtrid; 3)  $LC$ -filtrid; 4) kombineeritud filtrid, mis kujutavad endast kombinatsioone kolmest eelmisest grupist.

Olenevalt tingimustest peavad filtrid vastama järgmistele nõuetele:

- 1) küllaldane kaitse efektiivsus vaadeldavas sagedusalas,
- 2) vastavus ohutustehnika nõuetele,
- 3) vajalik temperatuuri- ja niiskusekindlus,
- 4) mehaaniline vastupidavus rappumisel,
- 5) küllaldane tööiga,
- 6) väikesed gabariidid ja kaal,
- 7) väike pingelang  $LC$ -filtrites,
- 8) filtri häireallikaga ühendamise mugavus, ligipääsemine kontrolliks ja remondiks.

### Varjestamine

Tööpõhimõttelt jaotatakse varjed elektrostaatilisteks, magnetostaatilisteks ja elektromagnetilisteks.

Elektrostaatilisi ja magnetostaatilisi varjeid kasutatakse väljade mõju piiramiseks põhiliselt madalsagedusel, kuid võib kasutada edukalt ka kõrgsagedusalas. Elektromagnetilised varjed on põhiliselt kasutusel kõrgsagedustehnikas.

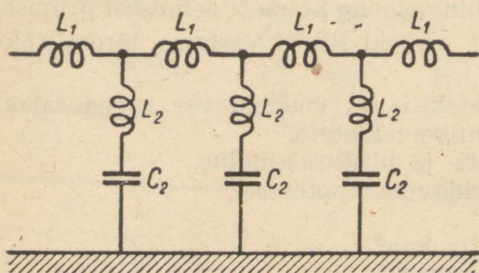
Konstruksioonilt on varjed silindrilised, sfäärilised ja tasapinnalised.

Häireid tekitava seadme varjestamine toimub tavaliselt avade sulgemisega tema korpuses või viimase puudumisel — korpuse loomises. Elektri juhtmete varjestamiseks paigutatakse nad metallvarjesse või kasutatakse juhtmeteks spetsiaalseid varjestatud kaableid. Sümmeetriliste varjestatud kaablite kõrval, mis kujutavad endast metallkesta paigutatud kahte juhet, on laialdaselt kasutusel koaksiaalkaablid.

## HÄIRETE KÕRVALDAMINE TRAMMILIINIDEL

Elektritranspordi poolt tekitatud raadiohäired levivad õhuliinide väikese sumbumuse tõttu kuni 5—6 km kaugusele. Peale selle on trammiliinid ka head teiste häirete edasikandjad, mis on mingil viisil sattunud liinidesse. See asjaolu kutsus esile vajaduse blokeerida trammiliini kondensaatoritega rööbaste suhtes kindlate vahemaade järel.

Praktiliselt osutus otstarbekaks asetada kondensaatorid õhuliini mastide otsa või riputada juhtmeid hoidvate tõmbitsate külge. Kuna mastide või tõmbitsate vahekaugused on tavaliselt 25—35 m, siis on võimalik liin blokeerida iga 25—35 m järel. Blokeeritud trammiliini aseseem on toodud joonisel 25. Kon-



Joonis 25. Blokeeritud trammiliini aseseem.

taktliinilõigud pikkusega 25—35 m ja samuti blokeerivate kondensaatorite ühendusjuhtmed on joonisel kujutatud induktiivsustena  $L_1$  ja  $L_2$ . Seega kujutab kindlate vahemaade järel blokeeritud trammiliin endast tavalist mitmelülilist filtrit.

Blokeeritud trammiliini lülides suurema sumbumuse saavutamiseks on otstarbekas kasutada järjestikresonantsi, eriti pikkjaline kaitsmisel (150 kHz).

Vajalike kondensaatorite mahtuvus resonantsisagedusel 150 kHz määratakse kondensaatori ühendusjuhtmete pikkusega, milledest üks ühendatakse rööpa ja teine õhuliini juhtmega.

Kondensaatori  $C_2$  ühendusjuhtme induktiivsus ( $\mu\text{H}$ ) arvutatakse valemiga

$$L = \frac{2l}{1000} \cdot \ln \left( \frac{4l}{d} - 1 \right),$$

kus  $l$  — ühendusjuhtmete summaarne pikkus,  
 $d$  — juhtme läbimõõt cm-tes.

Kui on teada induktiivsus  $L_2$ , siis vajalik kondensaatori mahtuvus arvutatakse valemiga

$$C = \frac{1}{L} \cdot \left( \frac{159}{f_0} \right)^2 \mu\text{F},$$

kus  $f_0$  — vajalik resonantsisagedus kHz.

Ringhäälingu sagedusriba kaitsmiseks kasutatakse kondensaatoreid mahtuvusega 0,05—0,3  $\mu\text{F}$ . Varem kasutati 1—2  $\mu\text{F}$  mahtuvusega kondensaatoreid, kusjuures ei kasutatud blokeerimisringe resonantsi.

## ELEKTRISEADMETE FILTREERIMISE SCHEEMID

Enne kui kasutada spetsiaalseid vahendeid raadiohäirete mahasurumiseks, tuleb põhjalikult välja selgitada võimalused nende kõrvaldamiseks ilma täiendavate seadmeteta.

Praktikas on tihti häireid tekitav seade asendatav teisega, mis täidab samu ülesandeid, kuid ei tekita häireid. Näiteks võib kollektormootori asemel kasutada vahelduvvoolumootorit või alalisvoolu-ukseella asemel vahelduvvoolukella, mis töötab ilma katkestita.

Juhul kui on võimalik valida elektriseadet tööpinge järgi, siis tuleb eelistada madalamaid pingeid. Samuti tuleb eelistada metallkorpustes ja täielikult suletud lülitustega seadmeid.

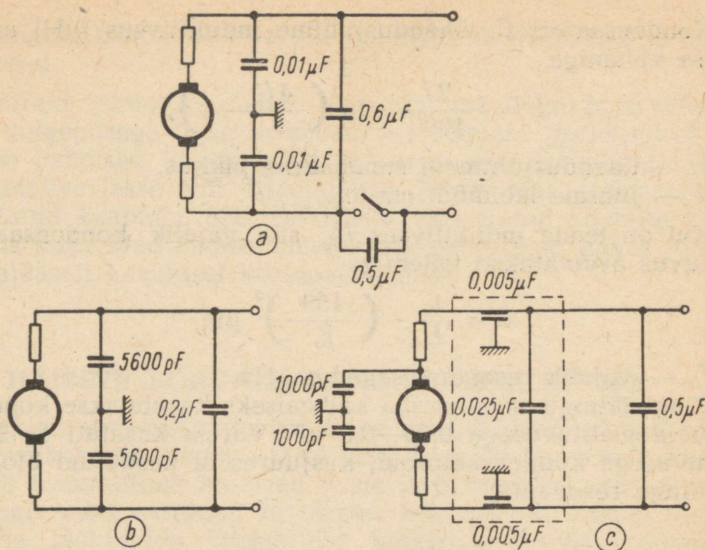
Uute elektriaparaatide projekteerimisel tuleb arvestada kõiki võimalusi häirekindluse tõstmiseks.

Häirete ärastamine häireallika võrkudes toimub  $C$ -,  $L$ -,  $LC$ -filtrite või sädemekustutajate ja takistite abil.

## Elutarbelised elektriaparaadid

Peamisteks häireid tekitavateks elementideks elutarbelistes elektriaparaatides on kollektormootorid ja bimetall-termoregulaatorid. Alltoodud skeemid on arvestatud raadiohäirete ärastamiseks laias sagedusalas 0,15—150 MHz ja rahuldavad kõiki ohutustehnika nõudeid ning samuti lubatud raadiohäirete norme nõudeid.

Kollektormootorite poolt tekitatud raadiohäired kõrvaldatakse mootori mähiste sümmetreerimise ja mahtuvuslike filtrite kasutamise teel. Ebasümmeetriliselt lülitatud kondensaa-



Joonis 26. Elektri-tolmuimeja «Uralets» (a), «ТМЗ-1» (b) ja «Украина» (c) skeemid.

torid iga juhtme ja mootori korpuse vahel summutavad häired lühi- ja ultralühilainetel. Joonisel 26 on toodud häirete kõrvaldamise skeemid mitmesuguste tolmuimejate jaoks. Maanduse all on mõeldud mootori korpust.

Termoregulaatoritega elektrisoojendusriistad (elektritriikraud, elektrisoojendajad) omavad rea konstruktiivseid ja ekspluatatsioonilisi erinevusi, mis takistavad tavaliste blokeerimiselementide kasutamist. Sellisteks iseärasusteks on piiratud ruum triikrauas ja soojendajas ning küllalt kõrge temperatuur.

Väga hea konstruktsiooniga on kiirelt tegutsevad termoregulaatorid, näit. elektritriikrauas YTЭ-55. Nende töökindluse ja ea tõstmiseks tuleb võrgujuhtmete vahele lülitada kondensaatoreid  $0,05\text{--}0,1\ \mu\text{F}$ , mida võib paigutada triikraua käepidemesse.

Laialdaselt kasutatakse termoregulaatoreid ka termostaatides ja kuivatuskappides.

Termostaatides tuleb katseliselt valida takistuse ja mahutavuse väärtused  $RC$ -lüli jaoks ning samuti muuta kontaktide survet regulaatori töö kiirendamiseks.

Käesoleval ajal toodetavad termostaadid ja kuivatuskapid on varustatud häirefiltritega ja omavad töökindlama konstruktsiooniga termoregulaatoreid.

Elektrikellades on häireid tekitavaks elemendiks katkesti kontakt. Häireid võib vähendada mähiste sümmetreerimise teel. Mähis jaotatakse kaheks võrdseks osaks ja katkesti ühendatakse nende vahele. Katkesti kontaktide vahele tuleb lülitada sädeme kustutamiseks veel  $RC$ -lüli ( $C = 0,025\ \mu\text{F}$ ,  $R = 50\ \Omega$ ).

## Autotransport

Karburaatormootorite elektriseadmetes on häireid tekita- vaks elemendiks süütesüsteem. Kodumaistes masinates kasuta- takse raadiohäirete ärastamiseks takisteid, mis lülitatakse vahe- tult sädeme tekkimise kohta ning kondensaatoreid, mis lülita- takse madalpingeringi. Need võtted tagavad enamikul juhtudel häirete summutamise normides ettenähtud väärtusteni.

Tööstuses valmistatakse kolme tüüpi häirevastaseid takis- teid: CЭ-01, CЭ-1, CЭ-12.

## Valgusreklaamid

Gaaslahendustorude poolt tekitatud häireid põhjustavad toru lekkimine, toru elektriliste parameetrite muutumine, toite- pinge alanemine, halb kontakt või isolatsioonirike.

Gaaslahendustorude poolt tekitatud häirete vähendamiseks tuleb täita järgmisi nõudeid:

1) perioodiliselt vahetada torud, mis omavad mehaanilisi vigastusi või lekivad ja samuti üle 500 tunni töötanud torud; lekkivatel torudel tõuseb töötemperatuur tavaliselt 80—100° C;

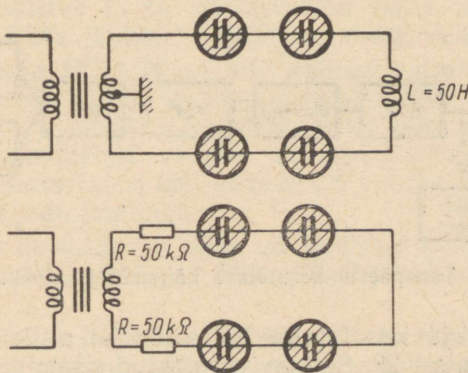
2) mitte lubada toitepinge alanemist;

3) korrastada kõrgepingeringide montaaži;

4) varjestada trafod ning kõrgepingeringi detailid;

5) lülitada trafo vooluringi mahtuvuslikud filtrid.

Joonisel 27 on toodud mõned skeemid valgusreklaamide poolt tekitatavate häirete vähendamiseks.



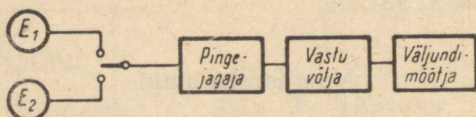
Joonis 27. Valgusreklaamides häirete kõrvaldamise skeemid.

## HÄIRETE MÕOTMISEKS KASUTATAVAD MÕÖTERIISTAD

Et saada täit ettekujutust häireallikast, on vaja teostada kahte liiki mõõtmisi ja nimelt:

- 1) antenniga, mis asub häireallikast teatud kaugusel;
- 2) vahetult häireallika klemmidel.

Viimastel aastatel teostatakse teisel juhul ainult ebasümmeetrilise komponendi mõõtmist iga klemmi ja korpuse vahel.

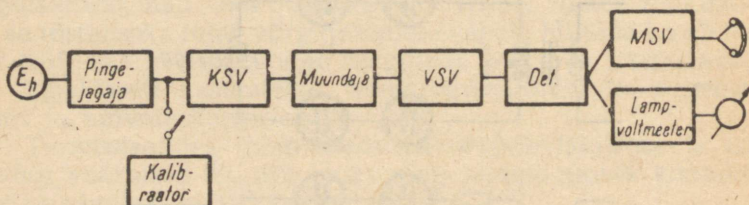


Joonis 28. Häiremõõtja blokk skeem:  $E_1$  — tuntud pingeallikas;  $E_2$  — häirepinge allikas.

Joonisel 28 on toodud võrdlusmeetodil töötava häiremõõtja blokk skeem, mida varem kasutati. Mõõtmine toimub häirepinge võrdlemisel tuntud generaatori pingega. Pingejagaja abil seatakse mõõteriistale mingi hälve, seejärel mõõdetav pinge eemaldatakse ja antakse standardsignaalgeneraatorist (või gradueeritud mürageneraatorist, mis annab pideva sagedusspektri) sagedusega 400 Hz 80%-liselt moduleeritud pinget. Edasi viiakse generaatori pingejagaja pinge eelmise näiduni mõõteriista skaalal ja loetakse generaatori pingejagaja skaalalt häirepinge väärtus.

Kuna häirepinge suurused harilikult ei ületa 1 V, siis kasutatakse mõõtühikuna mikrovolti ( $\mu\text{V}$ ).

Selline mõõteriist oli laiemaks kasutamiseks väga tülikas ja kallis.



Joonis 29. Tänapäeval kasutatava häiremõõtja blokk skeem.

Käesoleval ajal kasutatakse häiremõõtjat, mille blokk skeem on esitatud joonisel 29. See on varustatud sisemise kalibraatoriga, milleks kasutatakse kas endamüra-võnkeringi või müradiodi (näit. häiremõõtjates ИП-12, ИП-12М, ИП-14 jne.). Viimane meetod tõstab oluliselt mõõtmistäpsust.

Häiremõõtja ИП-12М kujutab endast laboratoorset mõõteriista raadiohäirete mõõtmiseks 1—100 000  $\mu\text{V}$ -ni sagedusalas 0,15—20 MHz. Mahtuvusliku pingejagajaga saab pinget reguleerida astmeliselt 10, 100 ja 1000 korda ning sujuvalt 1—100  $\mu\text{V}$  ulatuses. Sisemiseks kalibraatoriks on müradiod. Mõõtmise ajal on mürade kuulamiseks sisse ehitatud helisagedusvõimendaja.

Mõõteriista toiteks on ette nähtud kaks blokki — üks patareidest ja teine võrgust stabiliseeritud alaldaja.

Häiremõõtjad ИП-14 ja ИП-26 on ette nähtud häirete mõõtmiseks laboratooriumides ja välitingimustes. Nad kujutavad endast selektiivset mikrovoltmeetrit. Mõõdetav pinge antakse supervastuvõtja sisendisse, alaldatakse inertsdetektoriga ja mõõdetakse väljundis mõõteriistaga, mille skaala on gradueeritud  $\mu\text{V}$ -des. Omavad sisemist kalibraatorit — müradiodi.

Sagedusala 16—150 MHz on jaotatud viide alapiirkonda 16—23; 23—37; 37—60; 60—100 ja 100—150 MHz.

Mõõtepiirkonnad: väljatugevuse mõõtmisel sagedusel 28 MHz 1—30 000  $\mu\text{V}/\text{m}$  ja sagedusel 150 MHz 5—100 000  $\mu\text{V}/\text{m}$ ; kõrgsageduspinge mõõtmisel 1—100 000  $\mu\text{V}$ .

Sisendtakistus on 75  $\Omega$ , läbilaskeriba laius 100 kHz  $\pm 10\%$ ; nõrgenemine peegelkanalil 30 dB; vahesagedus 12 MHz. Toide 127/220 V vahelduvpinge võrgust või 6 V akupatareist.

Häiremõõtja ИП-22Т on ette nähtud häireimpulsside uurimiseks ja televisioonivastuvõttu segava mõju hindamiseks sagedusalas 48,5—100 MHz, mis vastab televisioonikanalitele I—V.

Mõõtepiirkonnad — väljatugevuse mõõtmisel 5—10  $\mu\text{V}/\text{m}$  ja 0—50 mV/m ning kõrgsageduspinge mõõtmisel 5  $\mu\text{V}$  kuni 25 mV.

Sisendtakistus 75  $\Omega$ ; läbilaskeriba laius 5,5 MHz; vahesagedus 31 MHz. Toide 127/220 V vahelduvpingevõrgust.

Häireotsija ИСП-24 on ette nähtud häireallikate asukoha kindlakstegemiseks. Ta kujutab endast selektiivset mikrovoltmeetrit ja on varustatud ferriitantenniga ning spetsiaalse mahtuvusliku kombitsaga häirete avastamiseks elektrivõrkudes. Häirete mõõtmiseks on ette nähtud 0,5 m pikkune varrasantenn koos kõrgsageduskaabliga.

Sagedusala 0,15—12 MHz on jaotatud kolme alapiirkonda 0,15—0,35; 0,55—1,5; 5—12 MHz. Tundlikkus mitte halvem kui 200  $\mu\text{V}/\text{m}$ .

Mõõtepiirkonnad: 10—100 000  $\mu\text{V}$  häirepinge mõõtmisel ja 40—40 000  $\mu\text{V}/\text{m}$  väljatugevuse mõõtmisel. Sagedusriba  $6 \pm 0,8$  kHz; vahesagedus 465 kHz. Toide — patareikomplekt (БАС-Г-80 1 tk. ja ЗС-А-30 2 tk.).

Mõõtmed 380×280×125 mm; kaal 7,5 kg.

## Kasutatud kirjandus

1. С. А. Лютов. «Индустриальные помехи радиоприему и борьба с ними». Госэнергоиздат, 1952.
  2. С. Х. Авербух, И. А. Кнеллер, Ф. И. Круковец. «Индустриальные помехи телевидению и методы их подавления». Связьиздат, 1960.
  3. Нормы предельно допустимых индустриальных радиопомех и методы их измерений». Министерство Связи СССР, 1954.
  4. И. А. Фастовский, И. М. Фурманов. «Типовые приборы для измерения индустриальных радиопомех». Судпромгиз, 1959.
-

## Sisukord

Sissejuhatus . . . . .	3
Tööstuslikud häired ja nende mõju raadiovastuvõtule . . . . .	5
Tööstuslike häirete mõiste ja allikad . . . . .	5
Vastuvõtja side häireallikaga . . . . .	6
Tööstuslike häirete iseloom . . . . .	7
NSV Liidus lubatud tööstuslike raadiohäirete normid . . . . .	9
Tööstuslike häirete kõrvaldamise meetodid . . . . .	10
Tööstuslike häirete kõrvaldamine elektrivõrkudes . . . . .	15
Häireallika toitevõrgu blokeerimine mahtuvusega . . . . .	16
Häireallika toitevõrgu kaitsmine induktiivsusega . . . . .	19
Häireallika toitevõrgus kasutatavad filtrid . . . . .	20
Varjestamine . . . . .	23
Häirete kõrvaldamine trammiliinidel . . . . .	24
Elektriseadmete filtreerimise skeemid . . . . .	25
Elutarbelised elektriaparaadid . . . . .	25
Autotransport . . . . .	27
Valgusreklaamid . . . . .	27
Häirete mõõtmiseks kasutatavad mõõteriistad . . . . .	28
Kasutatud kirjandus . . . . .	30

Toimetaja L. A b o

Tehniline toimetaja ja korrektor F. L i p p

---

Trükkimisele antud 2. I 1961. Paber 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Trükiarv 300. Trükipoognaid 2.

Arvutuspoognaid 1,57. Tellimise nr. 815. MB-00301.

ENSV MN Asjadevalitsuse Trükikoda, Tallinn.

Hind 8 kop.

Hind 8 kop.

A-23568

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00367020 7