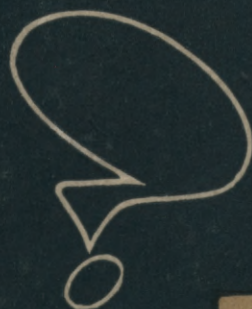


L 68-5
23

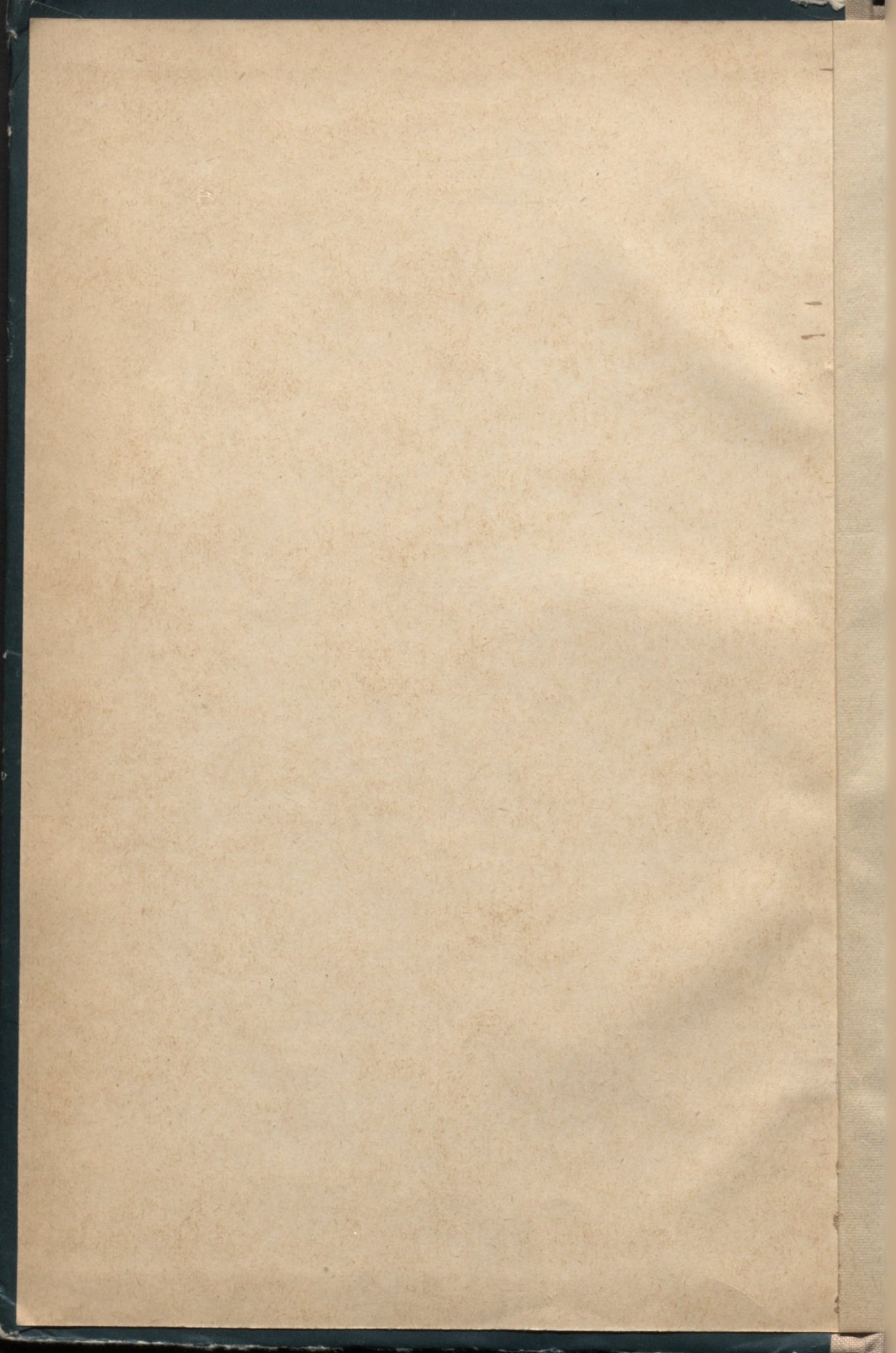
radio



TAS IR ĻŪTI
VIEŅKĀRŠI

E. AISBERGS





68-5
23

7-4
621

E. AISBERGS

RADIO?...
TAS
IR
ĻOTI
VIENKĀRŠI!

Tulkots no otrā, pārstrādātā un papildinātā izdevuma



IZDEVNIECĪBA «LIESMA»
RĪGĀ 1968

6S2
Ai 660

Vija Lāča Latv. PSR
Valsts bibliotēka

~~69-1.698~~

0308053812

Grāmatā pastāstīts, kā iekārtots un darbojas mūsdienu radiouztvērējs. Stāstījums risinās kā draudzīga saruna starp pieredzējušu radioamatieri un radioamatieri iesācēju. Sarunas ilustrētas ar asprātīgiem zīmējumiem.

Grāmata domāta plašām lasītāju aprindām — visiem tiem, kas vēlas iepazīt radiotehniku.

PRIEKŠVārds

Ņiet, ka visas pasaules populāri zinātniskās radiotehniskās literatūras klāstā pašlaik nav plašāk pazīstamas grāmatas. Tā piedzīvojusi 27 izdevumus Francijā, kā arī pārtulkota 14 dažādās valstīs. Padomju Savienībā šī grāmata izdota pirmo reizi krievu valodā lielā metienā (200 000 eks.), un to izpirka ļoti īsā laikā. Grāmata izraisīja padomju lasītāju labvēlīgas atsauksmes.

Kas tai sagādājis tādu popularitāti Francijā un Itālijā, Čehoslovākijā un Grieķijā, Argentīnā un Polijā, Ungārijā, Rumānijā, Padomju Savienībā un citās valstīs?

Ņiet, ka vispareizākā atbilde būs — talantīgi uzrakstīta.

Tā ir saistoša un nopietna, populāra un zinātniska, atjautīga un asprātīga, bet tai pašā laikā tajā nekas nav vulgarizēts.

Zīmējumi uz lappušu malām jūs ne tikai izklaidē, bet tie arī ilustrē atjautīgos salīdzinājumus un asprātīgās replikas, ar kurām apmainās grāmatā darbojošās personas. Taču tas vienlaikus ir arī īpatnējs, jautrs zemteksts tiem pavisam nopietnajiem zīmējumiem un shēmām, kuras mēs atrodam grāmatas pamattekstā.

Tādēļ šī grāmata domāta visiem radiocienītājiem — gan jauniem, gan veciem, kā arī visplašākajām lasītāju aprindām, ieskaitot arī tehniķus, kas vēlas sistematizēt savas zināšanas.

Redakcija un izdevniecība uzskata par patīkamu pienākumu izteikt pateicību autoram E. Aisbergam, kas izdarījis labojumus pirmajā izdevumā un atsūtījis otrajam izdevumam papildu sarunu par skaņas ierakstu.

Mēs nevaram necitēt dažus E. Aisberga vārdus no mūsu savstarpējās sarakstes:

«Lai Jaunais gads nes visai cilvēcei mieru, draudzību un labāku saprašanos starp tautām. Cik tas mūsu spēkos, mēs to varam, un mums tas jāveicina. Domāju, ka grāmatas, kas tulkotas no krievu valodas franču valodā un otrādi, ir šai sakarībā ļoti noderīga aktivitāte.»

Pilnīgi pievienojoties šim franču radiotehnisko zināšanu popularizētāja un propagandista domām, mēs piedāvājam mūsu lasītājiem viņa grāmatu «Radio? ... Tas ir ļoti vienkārši!».

Otrā, pārstrādātā un papildinātā izdevuma redakcija

KAM DOMĀTA ŠI GRĀMATA?

Šī grāmata ne pēc satura, ne pēc formas nav līdzīga kādai citai grāmatai. Zīmējumi uz lappušu malām varētu pavedināt uz domām, ka tā domāta bērniem.

Istenībā «Radio? ... Tas ir ļoti vienkārši!» uzrakstīta iesācējiem, kā arī radiotehniķiem.

Iesācējs tajā atradīs viegli apgūstamu izklāstu par radiotehnikas pamatlikumiem un mūsdienu radiouztvērēja darbības izskaidrojumu.

Grāmatas lasīšanai nav vajadzīgas priekšzināšanas fizikā (par elektrību). Šīs zinātnes nozares nepieciešamie pamati doti tajās grāmatas vietās, kur to zināšana vajadzīga radiotehnikas būtības izprašanai.

Uzmanīga grāmatas lasīšana palīdzēs iesācējam bez pūlēm iedziļināties radiotehnikas noslēpumos. Radiotehnika ir viena no visinteresantākajām tehnikas nozarēm, kas diendienā aptver aizvien jaunas mūsu dzīves jomas un mūs pilnīgi atbrīvo no telpas un laika atkarības.

Ja šī grāmata ir derīga iesācējam, tad tā būs ne mazāk derīga tehniķim, kas cenšas sistematizēt savas zināšanas. Radiotehnika strauji attīstās, uzkrājas liels daudzums atsevišķu tehnisku jautājumu un ideju, kuras jāiekļauj kādā sistēmā. Šim mērķim izmantot klasiskās augstskolu mācību grāmatas ir visai grūti, jo mācību viela tajās tiek aplūkota diezgan abstrakti, ar sarežģītu matemātiku.

Tieši «domu sakārtošanai» tehniķis, izlasot šo grāmatu, būs daudz ieguvis, jo autors katrai aplūkojamai parādībai centies dot konkrētu fizikālu priekšstatu.

Lai popularizētu, nav vajadzības vulgarizēt, lai izklāstu vienkāršotu, nav viss jāizskaidro pārāk elementāri, un, beidzot, lai būtu nopietns, nav vajadzības kļūt apnicīgam. Autors cer, ka viņam izdevies apiet šos trīs zemūdens akmeņus. Savos paskaidrojumos viņš vienmēr pamatojas uz mūsdienu zinātnes principiem.

Lai izvairītos no akadēmiskās garlaicības, autors izmantojis sarunu formu, kas palīdz viegli apgūt grāmatas vielu, bet viņa ilgā zinātnes popularizētāja darbība deva viņam iespēju brīdināt lasītāju no visādiem slazdiem.

Šī grāmata nepretendē uz radiokonstruktora mācību līdzekļa nosaukumu, bet tā tomēr būs noderīga tiem, kas grib praktiski nodarboties ar radiouztvērēju būvi. Atmetot visu jau novecojušo, autors izvirzījis sev uzdevumu izskaidrot lasītājam radioaparātu būves jaunus

principus. Lai sasniegtu šo mērķi, autoram, ievērojami nepalielinot grāmatas apjomu un nepārslogojot lasītāju, vajadzēja atteikties no ierastā izklāsta veida un izvairīties no liekvārdības.

Neraugoties uz neparasto noformējumu, grāmata ir ļoti svarīgu tehnisku atziņu konspektīvs izklāsts. Tāpēc tā jālasa lēni, pie nākamās lappuses pārejot tikai tad, kad labi iegaumēts iepriekšējās lappuses saturs.

Ja tā veicinās radiozinību popularizēšanu un katrs, izlasījis šo grāmatu, vēl vairāk iemilēs radiotehniku, autors būs laimīgs — viņš būs devis savu pieticīgo ieguldījumu šīs lieliskās zinātnes popularizēšanā.

KAS NEPIECIEŠAMS, LAI LABĀK APGŪTU GRĀMATAS VIELU?

Lielākā daļa sarunu, kas sastāda šīs grāmatas pamatu, tiek papildinātas ar attiecīgiem paskaidrojumiem. Paskaidrojumiem ir divi mērķi: dažos jautājumos padziļināt izklāstu, kā arī dažos jautājumos materiālu papildināt.

Lai labāk apgūtu grāmatas saturu, pēc katras sarunas jāizlasa atbilstošie paskaidrojumi. Tiesa, var arī, lasot pirmo reizi, tos izlaist, taču tad sarunas jālasa par jaunu, iegaumējot katrai sarunai domātos paskaidrojumus.

Nav ieteicams izlasīt vairāk nekā vienu sarunu dienā. Svaigām zināšanām jādod laiks «nogulsnēties». Ļoti uzmanīgi jāizpēta visas shēmas. Visu ķēžu sīka analīze ir vislabākais vingrinājums.

Tūkstošiem cilvēku visdažādākajās valstīs mācījušies radiotehniku pēc šīs grāmatas (Francijā vien tā izdota 300 000 eksemplāros). Ja būs griba un neatlaidība, jūs tiem sekosiet un pārliecināties, ka grāmatas nosaukums sevi pilnīgi attaisno.



RADIO?...

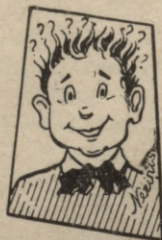
Tas ir ļoti vienkārši!

DARBOJOŠĀS PERSONAS

Vispirms, tas ir ļoti jauks jauneklis **Zinis**, kas savā laikā apguvis radiotehnikas principus pie sava tēvoča inženiera Radiola. Autors par to stāstījis grāmatā, kas tagad jau ir novecojusi.

Pašlaik Zinim ir 18 gadu. Viņš nav zaudējis ne kādreizējo zinātkāri, ne jauneklīgo aizraušanos. Tas ir pieredzējis radioamatieris, kas prot lieliski izskaidrot radiotehnikas teoriju.

Nezinis? ... Jūs viņu nepazīstat? Tas ir nezināšanas iemiesojums. Pilnīgi ignorējot matemātiku, viņš tik tikko apguva fizikas pamatus. Viņu vienmēr moka pretrunas — griba uzzināt un bailes, ka viņš neko nesapratīs. Taču, neraugoties uz saviem 14 gadiem, viņš nemaz nav muļķis. O, nepavisam ne! Jūs par to vēl pārlicināšities ...



Šajā sarunā izklāstīti elektrības pamatjēdzieni. Pamatojoties uz elektronu teoriju, Zīnim izdodas ļoti skaidri izstāstīt par vielas uzbūvi, kas palīdzēs izprast nākamā sarunu.

NEZINIS GRĀBSTĀS PA TUMSU

Zinis. — Apsēdies, Nezini, tūlīt paskaidrošu, kāpēc tevi tik steidzīgi izsauca. Mana krustmāte, kuru ļoti mīlu, lūdza mani samontēt viņai radiouztvērēju. Tu zini arī, ka pašlaik gatavojos eksāmeniem un man ir maz laika. Vai varu cerēt, ka tu man palīdzēsi?

Nezinis. — Labprāt... tikai, kā varēšu tev palīdzēt? Es nekā neejūdu radiotehnikā!

Z. — Radio?... Bet tas ir ļoti vienkārši!... Turklāt es tev visu vienkārši izskaidrošu. Skaties, lūk, radiouztvērēja shēma, ko esmu uzzīmējis (1. zīm.).

N. — Bet tā velnišķīgi sarežģīta.

Z. — Seit ir lampa, ko esmu nopircis nākamajam radiouztvērējam. Naudu detaļu pirkšanai dos krustmāte pati.

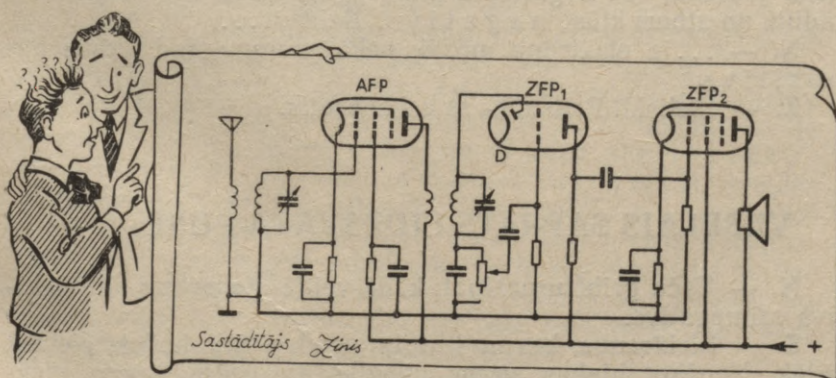
N. — Man šķiet, ka šī lampa nekur neder. Tā taču ir pavisam nekauspidīga un, protams, ļoti vāji spīdēs.

Z. — Ak tu muļķi! Šī lampa apgaismošanai nemaz nav domāta. Tā ir elektronu lampa — pastiprinātāja, triode ar netiešo kvēli.

N. — Tu vienkārši zobojies par mani, lietojot šos nesaprotamos vārdus? Es labāk iešu.

Z. — Pagaidi. Es tev visu paskaidrošu pēc kārtas. Tā ir sevišķa lampa, kurā elektroni (strāva) plūst virzienā no negatīvā katoda uz pozitīvo anodu.

N. — Jo tālāk, jo trakāk! Iznāk, ka strāva plūst no negatīvā pola uz pozitīvo. Bet kāpēc tad man no bērnības pūlējās iestāstīt, ka strāva plūst no pozitīvā pola uz negatīvo? Kā lai to saprot?!



1. zīm. Ziņa ieteiktā radiouztvērēja shēma.



ZINIS SĀK NO PAŠIEM PAMATIEM



Z. — Redzu, ka tiešām vajadzēs sākt ar elektrības pamatu izklāstu, jo tev no vecām skolas grāmatām ir izveidojies nepareizs priekšstats. Bet vai to tu vismaz zini, kas ir atoms?

N. — Jā, tā ir pati mazākā vielas daļiņa, kas tāpēc ir nedalāma.

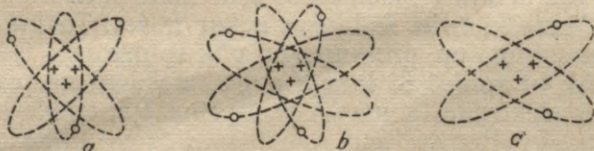
Z. — Tā jau domāju. Bet tas jau sen novecojis. Tagad jau precīzi zināms, ka atoms sastāv no vēl sīkākām daļiņām.

N. — Kas savukārt droši vien arī sadalās vēl sīkākās daļiņās?

Z. — Varbūt to pētīs mūsu bērni. Taču pagaidām uzskata, ka atoms sastāv no elektroniem un kodola, kas savukārt sastāv no protoniem un neitroniem. Elektroni ir elektrības negatīvie elementārlādiņi, protoni — elektrības pozitīvie elementārlādiņi, neitroni — elektriski neitrālas daļiņas.

N. — Bet kā tad tā, vai šīs daļiņas savāktas vienā kaudzē?

Z. — Nē, tā tas nav. Pirmkārt, tās visas kustas, otrkārt, starp tām darbojas savstarpējās mijiedarbības spēki. Starp vienzīmju lādiņiem (elektroniem un elektroniem, protoniem un protoniem) darbojas atgrūšanās spēki, bet starp elektroniem un protoniem kā dažādzīmju daļiņām — pievilkšanās spēki. Tā kā elektroni rotē ap kodolu (kā planētas ap Sauli) (2. zīm.), atomā pievilkšanās un atgrūšanās spēki līdzsvarojas.



2. zīm. Atoma uzbūves shēma (ar krustiņiem apzīmēti protoni, ar lodītēm — elektroni).

a — neitrāls atoms; *b* — negatīvs atoms (jons); *c* — pozitīvs atoms (jons).



N. — Tā ir īsta Saules sistēma miniatūrā!

Z. — Pilnīgi pareizi. Ievēro, ja atomā ir tikpat daudz elektronu, cik protonu, tad tas ir neitrāls. Ja elektronu vairāk nekā protonu, tad negatīvais lādiņš gūst virsroku pār pozitīvo lādiņu un atoms kļūst negatīvs. Beidzot...

N. — ...ja elektronu mazāk nekā protonu, tad atoms būs pozitīvs.

Z. — Lieliski! Redzu, ka tu esi sapratis.

VESELAIS SAPRĀTS LIDZSVARA PUSĒ

N. — Taču gribētu uzzināt, kādā veidā atoms var kļūt pozitīvs vai negatīvs.

Z. — Elektronus, kas no kodola atrodas tālu, kodols pievelk vājāk. Nonākot blakus atoma pievilkšanas sfērā, kuram elektronu trūkst, šie elektroni pamet savu atomu, lai papildinātu vai līdzsvarotu kaimiņu atomu.



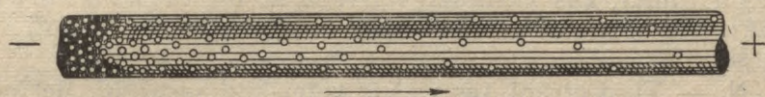
N. — Tāpat kā japāņi...

Z. — Nesaprotu, kāds tam sakars ar uzlēcošās saules zemes dēliem...

N. — Ir gan! Japāna ir pārapdzīvota, tāpēc tās iedzīvotāji emigrē uz valstīm, kuras nav pārapdzīvotas.

Z. — Ja tev tā patīk... Jebkurā gadījumā iegaumē, ka elektroni pārvietojas no atomiem, kur to ir vairāk (vai negatīvi lādētiem atomiem), uz atomiem, kas ar elektroniem ir nabadzīgāki (vai pozitīvi lādētiem atomiem).

Ja kaut kādā veidā metāla stieples vienā galā izdotos koncentrēt negatīvi lādētus atomus (ar elektronu pārpalikumu), bet otrā — pozitīvi lādētus (ar elektronu iztrūkumu), tad elektroni sāktu pārvietoties no viena atoma pie otra caur visu stiepli, kamēr būs iestājies līdzsvara stāvoklis (3. zīm.). Kādā virzienā dosies elektroni?



3. zīm. Elektriskā strāva ir elektronu kustības rezultāts. Elektroni cenšas atjaunot elektrisko līdzsvaru lādiņu sadalījumā.

N. — Acīmredzot no negatīvā stieples gala uz pozitīvo.

Z. — Pareizi. Elektronu kustību sauc par elektrisko strāvu.

N. — Pārsteidzoši! Tagad skaidrs, kāpēc strāva plūst no negatīvā uz pozitīvo..., bet mūsu skolotājs mums mācīja...

Z. — Viņš runāja par nosacīto strāvas virzienu. Tai laikā, kad vajadzēja vienoties par strāvas virzienu, brīvi izvēlējās virzienu no pozitīvā pola uz negatīvo, jo nebija vēl elektronu teorijas. Iegaumē labi, ka elektroni kustas no negatīvā pola uz pozitīvo.

6 000 000 000 000 000 000 ELEKTRONU

N. — Tu tikko stāstīji par metāla stiepli. Zinu, ka elektriskā strāva plūst tikai pa metāliem. Bet kāpēc?

Z. — Strāva plūst arī caur skābju un sārmu šķīdumiem, kā arī caur ogli. Visas šīs vielas sauc par vadītājiem. To atomiem ir daudz elektronu, kas vāji saistīti ar kodolu. Bet pastāv citas vielas, kurās elektroni ir tik cieši saistīti ar kodolu, ka tie atomu nevar atstāt. Šajās vielās, kuras sauc par izolatoriem vai dielektriķiem, elektriskā strāva nevar izveidoties. Labākie izolatori, ko izmanto radiotehnikā, ir kvarcs, ebonīts, dzintars, bakelīts, stikls, dažādas keramikas, parafīns. Starpstāvoklī atrodas pusvadītāji, kurus nevar pieskaitīt ne vadītājiem, ne izolatoriem, piemēram, germānijs vai silīcijs, no kuriem izgatavo tranzistorus. Bet par tiem mēs labāk pagaidām nerunāsim, lai tavā galvā viss nesajuktu kopā.

N. — Bet kas ir vislabākais dielektriķis?

Z. — Sauss gaiss.

N. — Bet labākais vadītājs?





Z. — Sudrabs. Sarkanais varš arī ir labs vadītājs, un, tā kā tas ir lētāks par sudrabu, to izmanto biežāk.

N. — Kāpēc sudrabs ir labāks vadītājs par varu?

Z. — Tāpēc, ka vienādos apstākļos caur sudraba stiepli plūdis stiprāka strāva nekā caur tāda paša izmēra vara stiepli.

N. — Bet kas tad ir «strāvas stiprums»?

Z. — Caur vada šķērsriezumu izplūstošo elektronu daudzumu sauc par elektrisko strāvu.

N. — Tātad var runāt par 10 elektronu un 1000 elektronu stipru strāvu?

Z. — Jā, var. Bet praktiski strāvas stiprumu mēri ampēros (A). Viens ampērs atbilst 6 000 000 000 000 000 caurplūstošiem elektroniem sekundē. To es tev saku, noapaļojot skaitļus...

N. — Paldies!...

Z. — Tāpat ļoti bieži lieto mazākas vienības: miliampēru (mA), kas vienlīdzīgs 1/1000 A, un mikroampēru (μA), kas vienlīdzīgs 1/1 000 000 A. Kā redzi, tas ir ļoti vienkārši.

N. — Tieši otrādi, tas viss ir velnišķīgi sarežģīti. Bet no kā tad strāvas stiprums atkarīgs?

Z. — No sprieguma, kas pielikts vadītājam, un no vadītāja pretestības.



VĀRDI MAINA JĒGU

N. — Man šķiet, ka ar «spriegumu» un «pretestību» te saprot kaut ko sevišķu. Kaut ko līdzīgu jēdzienam par apli...

Z. — Kāpēc apli?

N. — Nu kā! Kamēr nebiju mācījies ģeometriju, es labi zināju, ko nozīmē aplis. Bet, kopš man izskaidroja, ka aplis ir «ģeometriskā vieta, kur visi punkti atrodas vienādā attālumā no dotā punkta», es vairs nesaprotu...

Z. — Elektrotehnikā pretestība ir vadītāja īpašība izrādīt... lielāku vai mazāku pretestību strāvai. Tā atkarīga no paša vadītāja dabas, t. i., no elektronu skaita, kuri viegli atdalāmi no atoma. Pretestība atkarīga arī no vadītāja garuma: jo garāks vadītājs, jo lielāka tā pretestība. Beidzot, tā atkarīga arī no vadītāja šķērsriezuma: jo lielāks šķērsriezums, jo vairāk elektronu var vienlaicīgi tam izplūst cauri un tātad jo mazāka būs pretestība¹. Pretestību mēri omos (Ω), tūkstoš omos vai kiloomos (kΩ) un miljons omos vai megomos (MΩ). 1Ω ir pretestība, kas piemīt 62 m garai vara stieplei ar 1 mm² šķērsriezumu.



¹ Pretestība R (omos) atkarīga no vadītāja garuma L (centimetros) un tā šķērsriezuma laukuma S (kvadrātkentimetros):

$$R = \rho \frac{L}{S}.$$

Sai izteiksmē ρ ir koeficients, kas atkarīgs no vadītāja materiāla un ko sauc par «īpatnējo pretestību».

FILOZOFISKAS PIEZĪMES PAR RELATIVITĀTI

N. — Bet kas ir spriegums?

Z. — Spriegums — tas ir zināmā tuvinājumā spiediens, ko uz elektroniem rada vadītāja galu elektriskā stāvokļa starpība.

N. — Tas ir ļoti sarežģīti un neskaidri.

Z. — Ta nē jau. Tas ir ļoti vienkārši. Kā jau tev teicu, elektronu un protonu attiecība nosaka atoma elektrisko stāvokli vai potenciālu.

Pieņemsim, ka tev ir divi atomi. Pirmajam trūkst triju elektronu, otrajam — piecu.

N. — Abi pozitīvi. Atļausos piebilst, ka otrais atoms pozitīvāks nekā pirmais.

Z. — Tā tas arī ir. Bet, kaut gan abi atomi ir pozitīvi, var arī teikt, ka attiecībā pret otro pirmais atoms ir negatīvs.

N. — Tad nu gan joks! ... Dzīvē viss ir relatīvs.

Z. — Protams. Tā, piemēram, no diviem cilvēkiem, kam ir nauda, tas, kam ir 10 rubļu, ir nabags salīdzinājumā ar otru, kuram ir simtiem rubļu, bet bagāts salīdzinājumā ar trešo, kam visa «bagātība» ir 1000 rubļu liels parāds.

Atomu pasaulē tas atoms, kam trūkst trīs elektroni, ir mazāk negatīvs attiecībā pret to, kuram trūkst desmit elektronu, un pozitīvs attiecībā pret to, kam divi elektroni ir lieki. So triju atomu potenciāli ir atšķirīgi.

N. — Bet vai potenciālu starpību mērī ar elektronu skaita starpību?

Z. — Varētu arī tā. Bet praktiski potenciālu starpību vai, kas ir viens un tas pats, spriegumu mērī voltos (V).

Viens volts — tas ir spriegums, kas, pievadīts vadītāja galiem ar 1Ω lielu pretestību, radīs $1A$ stipru strāvu.

N. — Tādējādi, ja pareizi sapratu, spriegums ir elektriskais spiediens, kas dzen elektronus no viena vadītāja gala uz otru?

Z. — Pilnīgi pareizi. Un tu ātri vien noprātīsi, ka, jo lielāks spriegums ...

N. — ... jo lielāks strāvas stiprums.

Z. — Un, otrādi: jo lielāka pretestība ...

N. — ... jo mazāks strāvas stiprums.

Z. — Tādā veidā mēs nupat vēlreiz atklājām elektrības pamatlikumu — Oma likumu. Lakoniski var teikt, ka strāva vienlīdzīga spriegumam, dalītam ar pretestību¹.

N. — Nu gan manā galvā radies īsts sajukums. Elektroni, protoni, pretestība, Ω , spriegums, volti, strāvas stiprums, ampērs, Oma likums ... Tas ir ārkārtīgi sarežģīti.

Z. — Padomā par to līdz mūsu nākamajai sarunai vēlreiz, un tu redzēsi, ka tas viss ir ļoti vienkārši.

¹ Lūk, klasiskais Oma likums:

$$I = \frac{U}{R},$$

kur I — strāvas stiprums (A); U — spriegums starp vadītāja galiem (V); R — vadītāja pretestība (Ω).



Nezinis neko nesajēdza ne par maiņstrāvu, ne par maiņstrāvas frekvenci un periodu. Viņš tāpat neko nezināja par elektromagnētismu. No šīs sarunas tas uzzinās, kas ir viļņa garums, elektromagnēts, magnētiskais lauks... Viņš varēs tikpat labi kā Zinis izskaidrot indukcijas parādību..., tāpēc ka Nezinis, kā jūs redzēsiet, ir ļoti apdāvināts zēns.

PAR TURP-ATPAKAĻ KUSTĪBU



Nezinis. — Pēdējo reizi, Zini, tu man stāstīji par elektroniem, protoniem un elektrisko strāvu. Vārdu sakot, par visu, izņemot radio!

Zinis. — Bet, mans dārgais, radiotehnikā mēs galvenokārt arī nodarbojamies ar elektriskām strāvām, tāpēc vispirms jāizprot likumi, kuriem šīs strāvas pakļaujas.

N. — Bet es domāju, ka radiotehnika ir zinātne galvenokārt par radioviļņiem!

Z. — Protams, radioviļņiem ir svarīga nozīme. Tie palīdz nodibināt sakarus lielos attālumos bez vadiem starp raidošo un uztverošo antenu. Pārraidot radioviļņi ierosina augstfrekvences maiņstrāvas, kas plūst raidantenā. Sasnieguši uztverošo antenu, radioviļņi izraisa tajā tādu pašu strāvu, kaut arī ievērojami vājāku.

N. — Pagaidi. Tu runā par «augstfrekvences maiņstrāvām», bet nemaz necenties izskaidrot šī termina jēgu.

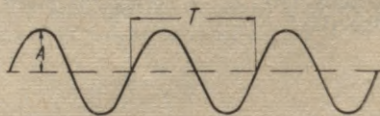
Z. — Nesteidzies. Tu taču redzi, ka vispirms jāizprot, ko nozīmē elektriskā strāva, iekams pa galvu pa kaklu mesties radiotehnikas biežokņos...

Līdz šim runājām tikai par līd z s t r ā v u, t. i., par tādu strāvu, kas plūst vienā un tai pašā virzienā ar vienādu stiprumu.

N. — Tāpat kā ūdens, kas tek no atgriezta krāna?

Z. — Jā, ja tev tā patīk... Bet iedomājies, ka kaut kāda elektriskā mašīna (maiņstrāvas ģenerators) vai kāda cita ierīce periodiski maina uz vadītāja galiem polaritāti. Katrs vadītāja gals pamišus kļūst pozitīvs, tad tā potenciāls samazinās, tuvojas nullei un kļūst negatīvs. Sasniedzis maksimumu, tas samazinās atkal, no jauna tuvojas nullei, kļūst pozitīvs, palielinās, iziet cauri maksimumam, ko sauc par a m p l i t ū d u, un viss sākas atkal no jauna (4. zīm.).

N. — Tas ļoti līdzinās šūpolēm, kas sākumā uzlido augstu gaisā, tad nolaižas līdz viszemākajam stāvoklim un no jauna, šoreiz gan uz otru pusi, paceļas utt.



4. zīm. Maiņsprieguma diagramma.
A — amplitūda; T — periods.

Z. — Tavs salīdzinājums ir ļoti izdevies. Tu saproti, ka strāva, kuru vadītājā izraisa šāds spriegums, ko sauc par maiņspriegumu, arī būs mainīga, t. i., tās virziens periodiski izmaiņīsies, bet intensitāte katrā dotajā momentā būs proporcionāla spriegumam.

N. — Ja esmu pareizi sapratis, maiņstrāvā elektroni veic bezgalīgu kustību turp un atpakaļ.

Z. — Jā. Un laiku, kurā elektroni pārvietojas vienu reizi turp un atpakaļ, sauc par p e r i o d u.

N. — Bet cik ilgst viens periods?

Z. — Izmanto maiņstrāvas ar dažādiem periodiem, kā, piemēram, 0,02, tā arī 0,000 000 000 01 sek. Viss atkarīgs no strāvas frekvences.

N. — Kas tā tāda?

Z. — Par f r e k v e n c i sauc periodu skaitu sekundē. Tas nozīmē, ka, periodam ilgstot 1/50 sek., vienā sekundē būs 50 periodu un mēs varēsim teikt, ka frekvence ir 50 periodi sekundē.

Frekvences mērvienība nosaukta Herca vārdā, kas pirmais eksperimentāli ieguva elektromagnētiskos viļņus. Tādējādi viens h e r c s atbilst vienam periodam sekundē. 1000 hercu bieži sauc par kilohercu. Tāpat arī 1 000 000 hercu sauc par mega-hercu. Saīsināti tos atbilstoši apzīmē šādi: Hz, kHz un MHz.



VIĻŅU PASAULĒ

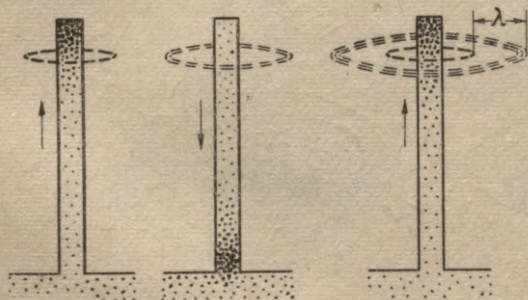
N. — Tagad sāku saprast to, ko tu teici par augstfrekvences maiņstrāvu.

Z. — Tā sauc strāvas, kuru frekvence augstāka par 10 000 Hz¹. Šādām strāvām cirkulējot vadītājos, veidojas elektromagnētiskie viļņi. Atdaloties no vadītāja, šie viļņi izplatās gredzenveidīgi, pie tam gredzena rādiuss palielinās ar 300 000 000 m/sekundē lielu ātrumu (5. zīm.).

N. — Bet tas taču ir gaismas izplatīšanās ātrums!

Z. — Protams. Gaisma arī ir elektromagnētiskie viļņi, tikai tās viļņa garums ir īsāks nekā radioviļņiem.

N. — Ko tad sauc par viļņa garumu?



5. zīm. Elektronu kustība antenā un radioviļņu izveidošanās.

¹ Bieži šādas frekvences dēvē arī par radiofrekvencēm atšķirībā no skaņas jeb toņfrekvencēm. (Tulk. piez.)



Z. — Tas ir attālums starp diviem elektromagnētiskiem gredzeniem, kas viens pēc otra atdalās no antenas. Katrā augstfrekvences strāvas periodā atdalās viens gredzens. Tādā veidā momentā, kad otrais gredzens atdalās no antenas, pirmais jau aizsteidzies zināmā attālumā, ko sauc par viļņa garumu un kas vienlīdzīgs ...

N. — ... ātrumam, pareizinātam ar laiku. Šajā gadījumā ātrums ir 300 000 000 m/sek., bet laika atstarpe starp diviem sekojošiem viļņiem ir strāvas periods. Tātad viļņa garums ir izplatīšanās ātruma un perioda reizinājums.

Z. — Apsveicu. Var arī teikt, ka viļņa garums vienlīdzīgs vienā sekundē noskrietajam attālumam, kas dalīts ar sekundē izstaroto viļņu skaitu jeb, citiem vārdiem, frekvenci¹.

N. — To var salīdzināt ar diviem pa ielu skrejošiem puīšiem, kurus es tikko redzēju.

Z. — Kā tā?

N. — Ļoti vienkārši. Viens no tiem ir liels ar garām kājām, bet otrs — pavisam mazs. Tie skrēja, sadevušies rokās, t. i., ar vienādu ātrumu. Lielajam puīšelim soļi gari, bet to ritms retāks nekā mazākajam, kas sīkiem soliņiem skrēja līdzās. Tātad tas pierāda, ka, jo lielāks viļņa garums (soļa garums), jo frekvence (soļu skaits sekundē) zemāka, un otrādi.

Z. — Salīdzinājums pilnīgi pareizs.



PAR NEREDZAMĀM LIETĀM

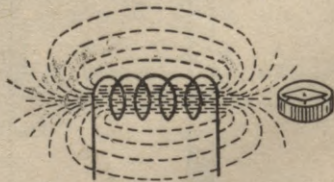
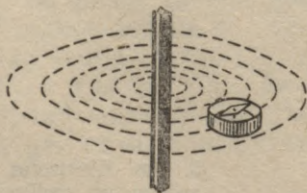
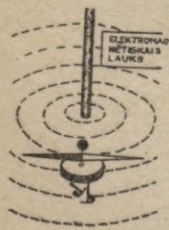
N. — Tomēr dažas lietas man ir neskaidras. Kas tie par gredzeniem, kurus tu nosauci par elektromagnētiskiem viļņiem?

Z. — Es precīzi nezinu, un pat zinātnieki nav vienādos uzskatos. Taču zināms, ka ap vadītāju, pa kuru plūst augstfrekvences strāva, rodas elektromagnētiskais lauks, t. i., elektrisko (elektronu un protonu pievilkšanās un atgrūšanās, par kuru tev stāstīju pagājušo reizi) un magnētisko spēku kopums, kurus var konstatēt ar kompasu. Tuvinot to vadītājam, magnētadata nostājas perpendikulāri vadītājam (6. zīm.).

N. — Tātad tas ir tas pats, kas magnētiskais lauks?

Z. — Jā, bet tikai ar to starpību, ka, tuvinot magnētam, kompas magnētadata nostājas magnēta virzienā.

N. — Vai tad var vadītāju, pa kuru plūst strāva, uzskatīt par magnētu?



6. zīm. Taisna vada un spoles magnētiskie lauki.

¹ Lūk, formulas ... tiem, kas tās mīl. Apzīmējot ar T — periodu, ar f — frekvenci, bet ar λ — viļņa garumu, varam uzrakstīt šādas izteiksmes:

$$f = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{1}{f}; \quad \lambda = 300\,000\,000 \cdot T = \frac{300\,000\,000}{f}.$$

Z. — Jā. Taču šāda magnētiskā lauka intensitāte nav liela. Lai tā kļūtu lielāka, no stieples jāuztin spole. Tā iegūsim elektromagnētu, ko var izveidot ievērojami spēcīgāku nekā parasto magnētu. Lai lauka intensitāte vēl vairāk palielinātos, šādās spolēs parasti ievieto dzelzs vai tērauda serdeņus. Tie sabiezina magnētiskā lauka spēka līnijas.

N. — Vai šāda magnēta polaritāte atkarīga no strāvas virziena?

Z. — Jā. Tā, piemēram, ja dotam strāvas virzienam elektromagnēta pols pievelk kompas adatas ziemeļpolu, tad, izmainot strāvas virzienu, tas pievilks adatas dienvidpolu. Magnētiskā lauka virziens atkarīgs no strāvas — lauka radītāja virziena.

N. — Tādējādi, ja pareizi sapratu, elektromagnētiskie viļņi nav nekas cits kā lauki, kuri pametuši strāvu, kas tos radījusi. Šie lauki izplatās telpā ar 300 000 000 m/sek. ātrumu. Bet kā tos var uztvert?



APGRIEŽAMĀS PARĀDĪBAS

Z. — Dabā pastāv daudz parādību, kurām piemīt «apgriežamība», piemēram, magnētiskā lauka radišana ar strāvu. Ja strāva rada lauku, tad lauks vai, precīzāk, magnētiskā lauka izmaiņas izraisa vadītājā, kas šai laukā ievietots, strāvu.

N. — Tātad elektromagnētiskie viļņi radīs strāvu jebkurā vadītājā, kas atradīsies to ceļā?

Z. — Bez šaubām. Pieņemsim, ka metāla caurulēs, kas veido mana krēsla pamatni, noteiktā momentā inducējas augstfrekvences strāvas, ko izraisa visi pašreiz darbībā esošie radio raidītāju elektromagnētiskie lauki.

N. — Un, apsēžoties šai «elektriskajā krēslā», tu nemaz nebaidies, ka tevi elektriskā strāva var nosist?

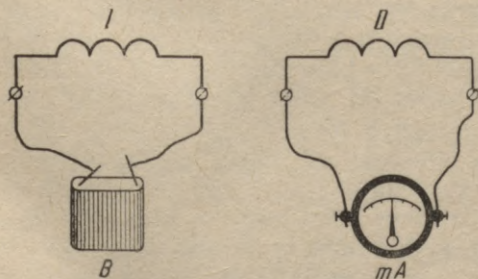
Z. — Nē, nebaidos, tāpēc ka šīs strāvas ir ārkārtīgi vājas, jo radiatoritāji atrodas ļoti tālu un tāpēc to elektromagnētiskie viļņi nonāk līdz mums kā ļoti vāji lauki.

N. — Atvaino mani, bet tas viss man liekas ļoti sarežģīti.

Z. — Lai pierādītu, cik tas ir vienkārši, es tūdaļ demonstrēšu tev vienu klasisku eksperimentu. Skaties, šeit ir divas spolītes, kuras es tikko nopirku radiouztvērējam, lūk, mana kabatas lukturīša baterija un miliampērmetrs.

N. — Kā tas tāds?

Z. — To tu varēji arī pats uzminēt. Tas ir instruments, kas mēri strāvas stiprumu. Pievienoju pirmajai spolītei bateriju *B*, bet miliampērmetru — otrajai (7. zīm.) un savstarpēji sasaistu abas spoles.



7. zīm. Induktīvi saistītas spoles (primārā *I*, sekundārā *II*).

B — galvaniskā baterija;
mA — miliampērmetrs.



N. — Ta nē jau! Tās nav saistītas, jo atrodas noteiktā at-
tālumā viena no otras.

Z. — Tu kļūdieš, draudziņ. Saite, par kuru ir runa, ir elek-
tromagnētiskā saite: otrā spolīte atrodas pirmās spo-
lītes laukā. Starp citu, to tu tūliņ redzēsi.

PAR INDUKCIJU

N. — Es tomēr uzskatu, ka tu kļūdieš. Ja otrā spolīte at-
rodas pirmās laukā, vajadzētu parādīties strāvai atbilstoši tam,
ko tu tikko stāstīji par strāvas radīšanu ar lauka palīdzību.
Taču miliampērmetra adata rāda nulli.

Z. — Bet vai es tev neesmu teicis, ka strāva rodas, tikai
laukam izmainoties? Caur pirmo spolīti plūst līdz-
strāva, t. i., nemainīga strāva, tātad lauks arī nemainīgs un nav
nekāda pamata, lai otrā spolītē parādītos strāva.

Bet tagad uzmanību! Es atvienoju no pirmās spolītes bate-
riju.

N. — Neiespējami! Miliampērmetra adata novirzījies uz
labo pusi, norādot, ka radusies īslaicīga strāva.

Z. — Šī strāva rodas tāpēc, ka lauks izzūd, t. i., izmainās
no zināma lieluma līdz nullei. Bet tagad atkal pievienoju ba-
teriju.

N. — Bultiņa novirzās, bet uz kreiso pusi.

Z. — Tāpēc ka rodas lauks, precīzāk, lauka izmaiņas, ku-
ras pēc zīmes ir pretējas salīdzinājumā ar iepriekšējo gadī-
jumu. Ja mēs nepievienosim vai atvienosim bateriju, bet pirma-
jai spolītei pieslēgsim maiņstrāvu...

N. — ...tad lauks nepārtraukti mainītos un otrā spolītē
inducētos maiņstrāva.

Z. — Tev jāzina, ka strāvu, kas rada lauku, sauc par in-
ducējošo strāvu, bet strāvu, ko rada lauks, — par inducēto
strāvu. Bet pašu parādību, t. i., ja ar vienu strāvu var indu-
cēt otru, — par elektromagnētisko indukciju.

N. — Vārdu sakot, pieņemsim, ka pirmā spolīte esi tu, bet
otrā — es. Tavu domu strāva ar vārdu skaņu lauku inducē tā-
das pašas domu strāvas manā galvā, t. i., notiek savdabīga
indukcija.

Z. — Jā. Tavi secinājumi pareizi.

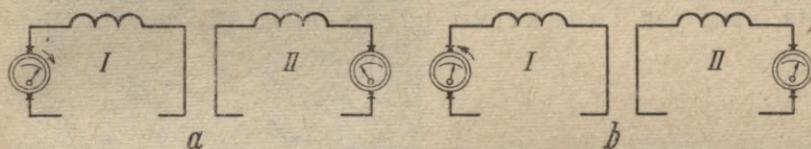
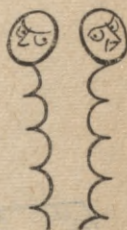


Turpinot indukcijas parādības izskaidrošanu, Zinis pastāsta Nezinim arī par pašindukciju. Pašindukcija rada grūtības maiņstrāvu caurplūšanai. Pēc tam, izmantojot izteiksmīgus salīdzinājumus, mūsu draugi pēta kondensatora īpašības. Analizējot dažādus faktoros, kuri nosaka kapacitāti, Nezinis novērtē savas saprašanas «kapacitāti».

INDUKCIJA IR EKVIVALENTA PRETDARBĪBAI

Nezinis. — Es daudz domāju par to, ko tu man pastāstīji — par indukciju. Tātad strāvas izmaiņas vienā spolītē izraisa indukciju strāvu otrā spolītē. Bet kāds ir inducētās strāvas stiprums un virziens?

Zinis. — Man tev jāsaprot, ka inducētajai strāvai ir ļoti slikts «raksturs»: tā vienmēr ir pretrunā ar strāvu, kas to rada. Ja inducējošā strāva plūst, palielinādamās vienā virzienā, tad inducētā strāva plūst pretējā virzienā (8. zīm.).



8. zīm. Indukcijas strāvas virziens.

a — strāvas pieaugums spolē *I* rada spolē *II* strāvu pretējā virzienā; *b* — strāvas samazināšanās *I* rada spolē *II* strāvu tādā pašā virzienā.

N. — Ja primārā spolītē strāva plūst pulksteņa rādītāja virzienā, tad inducētā strāva plūdis pretējā virzienā?

Z. — Pilnīgi pareizi! Bet, kad primārā (inducējošā) strāva samazinās, inducētā strāva plūst tai pašā virzienā, neļaujot inducējošai strāvai samazināties.

N. — Tāpat kā mana tēvoča suns.

Z. — Ko tu atkal esi izdomājis?

N. — Neko neesmu izdomājis. Suns, par kuru ieminējos, ir ietiepīgs kā ēzelis... Katru rītu, kad mans tēvocis sāk rīta rosmi, viņš skrien pa dārzu ar savu suni, turot to pie saites. Sākumā, kad viņš paātrina soli, suns to velk atpakaļ un bremzē skriešanu. Bet pēc tam, kad viņš noguris grib skrējiena ātrumu samazināt, dzīvnieks grib, lai tēvocis uzstādītu rekordus.

Z. — Man šķiet, ka šo pasaciņu tu tikko izdomāji. Tomēr tas pierāda, ka indukcijas parādību esi izpratis. Tu tikai varēji vēl piemetināt, ka, jo straujāk tavš tēvocis paātrina vai palēnina skrējieni, jo spēcīgāka ir viņa suņa reakcija, jo inducētās strāvas stiprums ir proporcionāls primārās strāvas izmaiņas ātrumam, kā arī tās stiprumam.





N. — Varbūt, ka tas būs muļķīgi, ko pateikšu, bet man liekas, ja jau viena spolīte var inducēt strāvu otrā, tālāk esošā spolītē, tad jo vairāk tā var inducēt strāvu savos vijumos.

Z. — Mans mīlais Nezinīti, tu tikko no jauna atklāji pašindukcijas parādību. Apsveicu! Patiešām, inducētā strāva rodas arī tai pašā spolītē, pa kuru plūst inducējošā strāva. Šai spolītē inducētā strāva pastāv līdzās inducējošai strāvai un ar savu «spītīgo dabu» darbojas pretī inducējošās strāvas izmaiņām.

N. — Tas ir tāpat kā «psiholoģiskajos» romānos, kuros varoņa «iekšējā balss» pastāvīgi darbojas pret varoņa sentimentālajām izdarībām.

Z. — Labāk tu būtu izlasījis grāmatu par elektrību. Tad tu saprastu, ka pašindukciju labāk salīdzināt ar mehānisko inerci. Tāpat kā inerce vienmēr darbojas pretī jebkura priekšmeta kustības sākumam un cenšas to noturēt šai kustības stāvoklī, tā arī pašindukcija darbojas pretī strāvas radīšanai tinumā (strāvas pieaugums izraisa pretēja virziena inducēto strāvu) un cenšas uzturēt esošo strāvu, kad tā sāk samazināties (strāvas samazināšanās rada inducēto strāvu tai pašā virzienā).

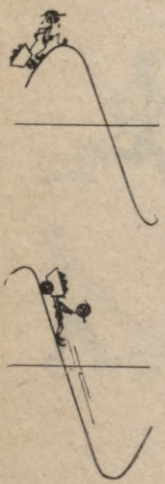
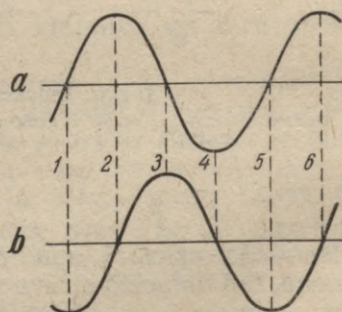
N. — Tātad maiņstrāvai, kas nepārtraukti maina savu lielumu un virzienu, rodas grūtības, izplūstot caur spolīti?

Z. — Protams. Jo pašindukcija darbojas pretī strāvas izmaiņām (9. zīm.). Pretestību, kas rodas pašindukcijas rezultātā, sauc par induktīvo pretestību. To nevajag jaukt



9. zīm. Indukcijas parādības.

a — maiņstrāvas (primārās strāvas) diagramma; *b* — inducētās (sekundārās) strāvas diagramma; 1 — primārā strāva straujī pieaug, sekundārajai strāvai ir pretējs virziens; 2 — primārā strāva neliela laika sprīža robežās maz izmainās, sekundārā strāva vienlīdzīga nullei; 3 — primārā strāva samazinās, sekundārā strāva plūst tādā pašā virzienā; 4 — primārā strāva neliela laika sprīža robežās maz izmainās, sekundārā strāva vienlīdzīga nullei; 5 un 6 — tas pats, kas 1 un 2.



ar parasto vadītāja aktīvo pretestību. Induktīvā pretestība atkarīga no spolītes pašindukcijas koeficienta, t. i., no katra vijuma induktīvās iedarbes uz pārējiem vijumiem, kā arī no maiņstrāvas frekvences.

N. — Bet kāpēc?

Z. — Tas taču ļoti vienkārši! Jo lielāka frekvence, jo strāvas izmaiņas notiek straujāk. Tātad jo stiprākas būs arī inducētās strāvas, kas darbosies šīm izmaiņām pretī.

N. — Tādējādi spolītes induktīvā pretestība augstākām frekvencēm ir lielāka nekā zemākām? Kā redzu, jo tālāk, jo sarežģītāk.

Z. — Bet es tev neko vēl neesmu minējis par kondensatoriem.

NEDAUDZ PARUNĀSIM PAR KONDENSATORIEM

N. — Ļoti labi zinu, kas tie tādi. Esmu tos redzējis radio-
uztvērējos. Var teikt, ka tā ir ierīce ar noapaļotām plāksnītēm;
vienu plāksnišu kopu var grozīt, bet otra paliek nekustīga.

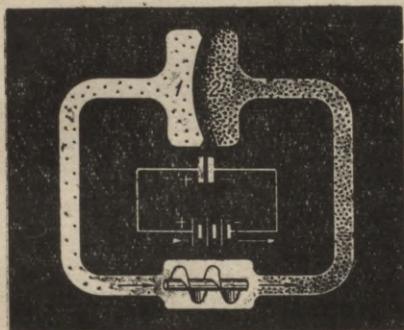
Z. — Jā. Tie ir maiņkondensatori. Ir arī konstantas kapaci-
tātes kondensatori, kuru plāksnītes ir vienmēr nekustīgas un
kuru kapacitāte tāpēc ir nemainīga.

N. — Kapacitāte? Acīmredzot vēl viens jēdziens, kas jāiz-
prot un jāiegaumē.

Z. — Zini, draudzīņ, kondensators ir ļoti vienkārša lieta.
Tā ir divu savstarpēji izolētu elektrodu sistēma, kuriem pievada
zināmu spriegumu.

N. — Nesaprotu, kāpēc divus vienu no otra izolētus elek-
troodus nosauca par kondensatoru.

Z. — Kondensatoru var salīdzināt ar diviem rezervuāriem,
kas nodalīti ar elastīgu gumijas membrānu (10. zīm.). Sūknis,
kas darbojas īsu laika sprīdi, rada šajos rezervuāros spiedienu
diferenci.



10. zīm. Divi rezervuāri, kas nodalīti
ar elastīgu membrānu, ir līdzīgi kondensatoram. Sūknis, kas rada spiedienu
diferenci, savukārt ir līdzīgs galvanis-
kam elementam, kas rada potenciālu
starpību.

N. — Noskārstu, kur tu tēmē. Tavs sūknis ir galvaniskais
elements. Rezervuāri 1 un 2 ir divas kondensatoru plāksnītes
(vai plāksnišu sistēmas), bet spiedienu diference atbilst potē-
ciālu diferencei (starpībai).

Z. — Tu uzminēji. Bet, tāpat kā visi salīdzinājumi, arī
nupat teiktais ir derīgs tikai līdz zināmai robežai. Patiešām, ja
runa ir par rezervuāriem, kas pildīti ar gaisu, tad rezervuārā 2
būs daudz vairāk pa visu tilpumu vienmērīgi izkliedētu mole-
kulu, bet rezervuārā 1 molekulu būs ievērojami mazāk.

N. — Man liekas, ka elektroni sadalītos tāpat.

Z. — Tu kļūdieš. Tā kā plāksnes 1 atomi ir pozitīvi (elek-
tronu iztrūkums), tie caur plāno membrānu, kas tos nodala,
pievilks elektronus no plāksnītes 2. Tādējādi pēdējie koncentrē-
sies tai plāksnītes 2 pusē, kas pavērsta pret plāksnīti 1. Šāds
elektronu sabiezējums tad arī dod iespēju uz kondensatora
plāksnītēm uzkrāt daudz lielākus elektriskos lādiņus, nekā tas
izdotos, pozitīvajiem atomiem pievelkot elektronus.

N. — Tātad, ja es pareizi sapratu, kondensatora galvenā
īpašība ir elektrisko lādiņu uzkrāšana uz plāksnītēm.



CETURTĀ SARUNA

Nezinis ir pārsteigts, ka caur kondensatoru plūst maiņstrāva, bet maiņstrāvai kondensators izrāda zināmu kapacitatīvu pretestību. Nezinis jauc dažādos pretestību veidus. Taču lasītājam nav jāseko šim sliktajam piemēram, un tas viegli izprātīs Ziņa paskaidrojumus.

STRĀVA CAURPLŪST! ...

Nezinis. — Pagājušo reizi tu runāji par kondensatoriem un, ja esmu pareizi sapratis, apgalvoji, ka, pievienojot kondensatora abas plāksnītes pie baterijas, uz šīm plāksnītēm uzkrājas lādiņi.

Zinis. — Tas ir pareizi. Tādā gadījumā saka, ka kondensators uzlādēts.

N. — Tātad, ja pievienojam kondensatoru pie strāvas avota, kādē plūst uzlādes strāva. Bet vai strāva turpina plūst arī tad, kad kondensators uzlādējies?

Z. — Nē. Viss apstājas. No otras puses, pievienojot kondensatoram baterijas vietā pretestību, kondensators izlādēties.

N. — Kādā veidā?

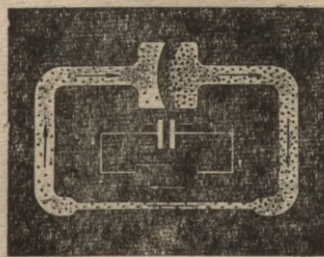
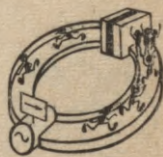
Z. — Ļoti vienkārši. Vajag tikai dot iespēju elektroniem, kas atrodas lielā daudzumā uz negatīvās plāksnītes, palīdzēt likvidēt elektronu iztrūkumu pozitīvi lādētās plāksnītes atomos. Išlaicīgu strāvu, kas šādā gadījumā izplūdis cauri pretestībai, sauc par izlādes strāvu.

N. — Tātad kondensators ir kā atspere, kuru var saspriegt un kura pēc tam, to atlaižot, iztaisnojas, atdodot uzkrāto enerģiju.

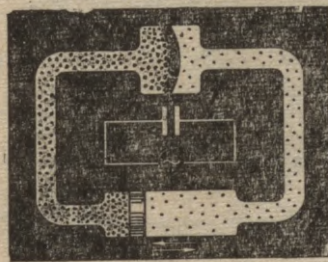
Z. — Es tev atgādināšu, ka pagājušo reizi mēs izmantojām piemēru, salīdzinot kondensatoru ar diviem rezervuāriem, kas nodalīti ar elastīgu membrānu. Kondensatora izlādi caur pretestību var salīdzināt ar membrānas iztaisnošanos, kas tādā veidā dzen ūdeni caur tievu cauruli (11. zīm.).

N. — Var jau būt, ka kondensatoru uzlādēt un izlādēt ir ļoti amizanti, bet, patiesību sakot, es neredzu nekādas jēgas šai nodarbībā. Ja jau notikusi izlāde, tad tās ir beigas. Vai nav taisnība?

Z. — Taisnība, ja izmanto līdzstrāvas avotu, bet, ja izmanto maiņstrāvas generatoru, tad ne. Mūsu gadījumā šo ierīci var iedomāties kā virzuli, kas kustas turp un atpakaļ! (12. zīm.)



11. zīm. Kondensatora izlādēšanās caur pretestību.



12. zīm. Maiņstrāvas plūšana caur kondensatoru.



N. — Es saprotu. Virzīdamies uz labo vai uz kreiso cilindra galu, virzulis uzlādē kondensatoru, t. i., izstiepj membrānu, bet, atgriežoties vidējā stāvoklī, tas membrānu atkal atbrīvo, t. i., izlādē kondensatoru.

Z. — Tu redzi, ka tādā gadījumā mūsu ķēdē notiek nepārtraukta elektronu mainīga kustība, t. i., iegūstam faktiski maiņstrāvu.

N. — Un tas notiek, neraugoties uz to, ka ķēdē ir kondensators, ko zināmā mērā var uzskatīt par ķēdes pārtraukumu.

DAŽĀDI PRETESTĪBU VEIDI

Z. — Speciālisti pat saka, ka maiņstrāva plūst kondensatoram cauri. Tas nepavisam nenozīmē, ka elektroni iet cauri dielektriķim (membrānai, sk. 12. zīm.). Elektriskajā ķēdē kondensators tikai nerada šķēršļus elektronu turp-atpakaļ kustībai, t. i., maiņstrāvas plūšanai.

N. — Man vajadzīgs zināms laiks, lai es pierastu pie šī jēdziena, jo, pēc manām domām, lai cik elastīga membrāna arī būtu, tā tomēr ir šķērslis.

Z. — Protams! Par kapacitatīvo pretestību arī sauc pretestību, ko kondensators izrāda maiņstrāvai.

N. — Nu lūk, vēl viens termins, bet atkal šausmīgi sarežģīts.

Z. — Tieši otrādi, tas ir ļoti vienkārši. Tu pats viegli sapratīsi, no kā atkarīga kapacitatīvā pretestība.

N. — Man šķiet, ka tā atkarīga no kapacitātes. Jo elastīgāka membrāna, jo vairāk tā var izliekties un dot iespēju lielākam elektronu skaitam ienākt no vienas puses un iziet pa otru pusi.

Z. — Tātad, jo lielāka kapacitāte, jo vieglāk maiņstrāva iziet cauri kondensatoram, un tad mēs sakām, ka kapacitatīvā pretestība mazāka.

N. — Tieši pretēji tam, kas notiek ar induktīvo pretestību, kura pieaug, palielinoties spoļu induktivitātei. Bet vai kapacitatīvā pretestība, tāpat kā induktīvā, nav atkarīga no maiņstrāvas frekvences?

Z. — Protams. Jo lielāka frekvence, jo vairāk reižu sekundē kondensators uzlādējas un izlādējas un tātad vairāk elektronu iziet cauri ķēdes šķērsgriezumam sekundē.

N. — Tātad strāva palielinās, palielinoties frekvencei; tieši tas arī pierāda, ka kapacitatīvā pretestība palielinās.

Bet, mīļais Zini, vai tev rezervē vēl daudz visādu pretestību? Es jūtu, ka manējā jau stipri samazinājusies.

Z. — Nomierinies, tagad tū jau zini trīs pretestību veidus, ko izmanto elektroradiotēnikā.

Lai labāk saprastu šo pretestību īpašības, atļauj man parādīt tev mazu tabulu.

Aktīvā pretestība	Nav atkarīga no frekvences	
Induktīvā pretestība	Tieši proporcionāla induktivitātei	Tieši proporcionāla frekvencei
Kapacitatīvā pretestība	Apgriezti proporcionāla kapacitātei	Apgriezti proporcionāla frekvencei



N. — Pieņemsim, ka ar dažādo pretestību īpašībām es tikšu galā, bet man gribētos tās ieraudzīt tai detaļu komplektā, ko tu jau sāki iegādāties radiouztvērējam.

Z. — Tā ir pamatota vēlēšanās, kaut gan tas rāda, ka tu vēl neesi visu sapratis.

Atšķirībā no aktīvās pretestības, kas piemīt vienam vai otram konkrētam vadītāja materiālam, induktīvo un kapacitāto pretestību sauc par reaktīvo pretestību. Spoļu un kondensatoru šķietamās pretestības parādās tikai tad, kad caur šīm detaļām plūst maiņstrāva. Taču aktīvā pretestība jau pastāv kā detaļa. Paskaties uz šiem cilindrišiem ar pielodēšanas izvadiem. Tās ir aktīvās pretestības. Tos sauc arī par rezistoriem.

N. — Bet vai var dažādu pretestību veidus kombinēt?

Z. — Protams. Patiesību sakot, mums diezgan reti ir darīšana tikai ar viena veida pretestībām. Tā, piemēram, spolei bez induktivitātes ir arī zināma aktīva pretestība, kās atkarīga no izmantotā vada materiāla, garuma un diametra. Spolei ir arī «izklidētā kapacitāte», kas rodas starp blakus vijumiem, kuri veido kondensatora plāksnītes.



PRETESTĪBU ĢIMENES DZIVE

Z. — Radiotehnikā sastopamas daudzas un dažādas aktīvo, kapacitāto un induktīvo pretestību kombinācijas.

N. — Šādā gadījumā to lielumi summējas?

Z. — Diemžēl ne. Ne jau viss tik vienkārši. Ir divi galvenie paņēmieni, kā ieslēgt dažādas pretestības elektriskajā ķēdē. Paskafisimies, kā tas ir ar rezistoru slēgumiem.

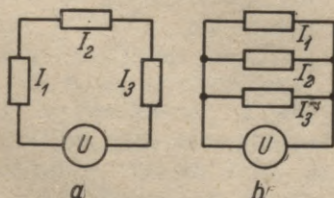
Pēc pirmā paņēmiena (13. zīm. a) rezistorus (shēmās tos apzīmē ar šauriem taisnstūrīšiem un burtu R) savieno virknē, lai strāva tiem plūstu cauri pēc kārtas.

Otrais paņēmieni ir paralēlais slēgums (13. zīm. b). Šādā slēgumā strāva no barošanas avota sadalās tik daudz strāvās, cik zaru sazarojumā. Katrā zarā strāva ir jo lielāka, jo mazāka ir rezistora pretestība.

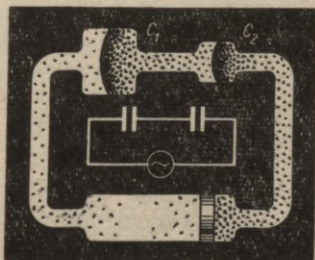
N. — Tāpat, ja upes straumi sala sadalītu divās daļās, tad daļā ar lielāko gultni plūdīs vairāk ūdens.

Z. — Tu saproti, ka divi virknē savienoti rezistori...

N. — ... atbilst pretestībai, kas vienāda abu rezistoru pretestību summai.



13. zīm. Pretestību slēgumu shēmas.
a — virknes; b — paralēlais.



14. zīm. Kondensatoru virknes slēgums.

Z. — Pareizi. Bet ja tie savienoti paralēli?

N. — Nu kas par to? Es domāju, ka šādā gadījumā elektroņiem caurplūšana būs atvieglota. Tas tāpat, ja būtu vadītājs, kura šķērsriezums vienāds ar sazaroto vadītāju šķērsriezumu summu. Bet, ja jau tā, tad šī iecirkņa pretestība samazināsies. Es domāju, ka tāpat būs arī kapacitātai un induktīvai pretestībai.

Z. — Tu nekļūdi.

N. — Tādējādi virknes slēgumā induktīvā un kapacitīvā pretestība summējas, bet paralēlā slēgumā rezultējošā pretestība, tieši otrādi, būs mazāka nekā katra no sastāvdaļām atsevišķi.

Z. — Tu aizsteidzies priekšā, piedēvējot spolēm un kondensatoriem tās pašas īpašības, kas piemīt to šķietamām pretestībām. Tas būtu pareizi, ja runa būtu par rezistoriem un spolēm, kurām induktīvā pretestība proporcionāla to induktivitātei. Bet attiecībā uz kondensatoriem tas tā nav, jo kapacitīvā pretestība ir apgriezti proporcionāla kapacitātei. Tātad, ja virknes slēgumā kapacitīvā pretestība summējas, tad rezultējošā kapacitāte, tieši otrādi, samazinās.

N. — Ko tu neteiksi!

Z. — Es redzu, ka pilnīgi bezcerīgi apelēt pie tavas matemātiskās intuīcijas... Tad skaties (14. zīm.)! Šeit ir divi virknē slēgti kondensatori C_1 un C_2 . Ievēro, ka kapacitāte kondensatoram C_2 ir mazāka nekā C_1 , jo membrāna kondensatoram C_2 ir mazāka. Tātad kopējo šķidrums daudzumu, ko virzulis var pārsūknēt, ierobežo kondensatora C_2 lielums. Kaut arī kondensators C_1 varētu uzkrāt lieku šķidrums daudzumu, tas to var saņemt tikai tik daudz, cik caurlaidīs kondensators C_2 vai pat nedaudz mazāk, jo tam jāpārvar arī savas membrānas elastība. Tātad kondensatora virknes slēgumā sistēmas C_1 un C_2 rezultējošā kapacitāte būs mazāka par kondensatora C_2 kapacitāti.

N. — Bet paralēlā slēgumā kondensatoru kapacitāte summējas, jo tas it kā atbilst membrānas virsmas pieaugumam.

Z. — Pareizi. Beidzot tu saprati.



PIEKTĀ SARUNA

Zinis cenšas Nezinim visu izskaidrot, parādot tabulu, kurā uzzīmēti virknes un paralēlie slēgumi rezistoriem, spolēm un kondensatoriem un doti aktīvo un reaktīvo pretestību lielumi atbilstoši šiem slēgumiem. Pēc tam abi draugi iztirzā problēmu par rezonansi — galveno parādību radiotehnikā. Zinis pievērš Neziņa uzmanību dažiem jautājumiem, kas vēlāk atvieglos radiotehnisko ķēžu izprašanu.

SACĪKSTE — INDUKTIVITĀTE PRET KAPACITĀTI

Nezinis. — Esmu ļoti priecīgs atkal tikt ar tevi. Mūsu pēdējā saruna atstāja manā galvā tādu sajukumu, ka es tagad mazāk nekā jebkad uzdrīkstos uzsākt radiouztvērēja konstruēšanu tavai krustmātei.

Zinis. — To jau varēja paredzēt. Tāpēc tūlīņ tev parādīšu tabulu (15. zīm.), kurā uzrādītas rezistoru, kondensatoru un spoļu virknes un paralēlās slēgumu shēmas, uzdoti lielumi šādiem slēgumu gadījumiem, kā arī aktīvo, induktīvo un kapacitatīvo pretestību rezultējošās izteiksmes.

N. — Paldies. Tā, bez šaubām, man palīdzēs sakārtot domas, jo mūsu nodarbību dēļ esmu sācis slikti gulēt, un tas manī rada nemieru.

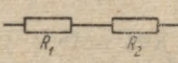
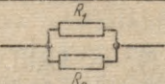
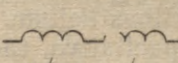
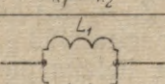
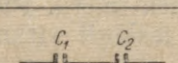
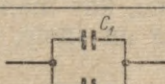
Z. — Vai tiešām tas ir radio, kas...

N. — Jā, jā! Visu nakti domāju par to, kas notiktu, ja kondensatoru un spoļu ieslēgtu virknē. Bet diemžēl neko neizdomāju.

Z. — Nav nekāds brīnums, jo es tev nekā vēl neesmu teicis par kādu svarīgu parādību, un proti: lai gan spole un kondensators maiņstrāvai izrāda pretestību, šīm pretestībām ir it kā pretējas īpašības. Pieliekot spriegumu, induktivitāte ar tai piemītošo inerci aizkavē strāvas parādīšanos (16. zīm.).

Tādā gadījumā saka, ka pastāv fāzes nobīde un strāva atpaliek no sprieguma. Kapacitātei ir tieši pretējas īpašības: strāva būs vislielākā tai momentā, kad kondensators izlādēts un tātd



Virknes slēgums	Paralēlais slēgums
 $R = R_1 + R_2$	 $R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$
 $L = L_1 + L_2$	 $L = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$
 $C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$	 $C = C_1 + C_2$
Pilnā pretestība	
$Z = Z_1 + Z_2$	$Z = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2}$

15. zīm. Aktīvās pretestības, induktivitātes un kapacitātes virknes un paralēlo slēgumu shēmas.

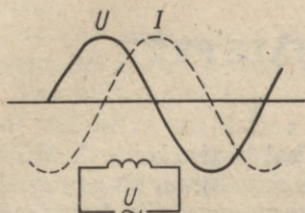




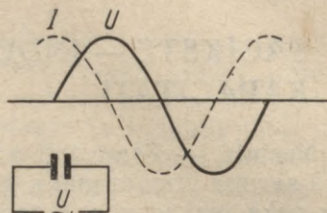
spriegums ir nulle. Kondensatoram uzlādējoties, arī spriegums uz tā palielinās, bet strāva samazinās.

N. — Jā, patiesi! Kad membrāna ir iztaisnojusies, pārvietojas vislielākais ūdens (elektronu) daudzums. Bet, kad spiediens to izliec, kustība izbeidzas.

Z. — Pārtulkojot šo analogiju elektrotehnikas valodā, var teikt, ka ķēdē ar kapacitāti strāva nobīdīta fāzē un apsteidz pielikto spriegumu (17. zīm.).



16. zīm. Fāzes nobīde induktivitātes ķēdē: strāva I atpaliek no sprieguma U .



17. zīm. Fāzes nobīde kapacitātes ķēdē: strāva I apsteidz spriegumu U .

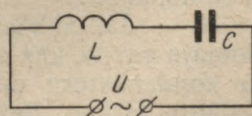
N. — Labi. Bet kas notiek, ja maiņspriegums pielikts kapacitātes un induktivitātes virknes slēgumam? Es tomēr šonakt gribētu aizmigt!

Z. — Nu ko! Šādā gadījumā viss atkarīgs no induktīvās un kapacitatīvās pretestības lielumu attiecības. Ja induktīvā pretestība lielāka par kapacitatīvo, tad tā ņems virsroku, un otrādi, tāpēc ka kapacitatīvā pretestība no induktīvās jāatskaita. Tās darbība taču ir diametrāli pretēja.

N. — Labi. Tad, lūdzu, atļauj man tev uzdot vienu jautājumu, kas man neliek mieru. Pieņemsim, ka man ir kondensators un spole, kas ieslēgti virknē (18. zīm.). Es tiem pievadu



18. zīm. Kapacitātes C un induktivitātes L virknes slēgums. Fāzes nobīde un reaktīvā pretestība rezonanses frekvencē samazinās līdz nullei.



maiņspriegumu ar aizvien augošu frekvenci. Kas tādā gadījumā notiks?

Z. — Bet tu taču pats to ļoti labi zini.

N. — Jā, es zinu, ka, palielinoties frekvencei, induktīvā pretestība palielinās, bet kapacitatīvā — samazinās. Tādā gadījumā neizbēgami radīsies tāds moments, kad pie zināmas frekvences induktīvā un kapacitatīvā pretestība izrādīsies vienādas. Bet, tā kā viena jāatskaita no otras, tad mūsu ķēdes kopējā reaktīvā pretestība līdzināsies nullei?!



Z. — To tu esi izpratis tīri labi. Tikai aizmirsi, ka vienkāršā aktīvā pretestība, kas no frekvences nav atkarīga, tomēr paliks ķēdē. Bet tā ir taisnība, ka pie zināmas frekvences kapacitīvā un induktīvā pretestība it kā savstarpēji kompensējas. Šai momentā ķēdē nebūs fāzes nobīdes starp spriegumu un strāvu.

PILIENS, KAS PĀRLAUŽ SLIEDI

N. — Tātad šai momentā ķēdes pretestība ir minimālā, bet no tā izriet, ka strāva — maksimālā.

Z. — Protams. Šādu stāvokli sauc par rezonansi.

N. — Līdzīgi ūdens pilieniem, kas var sagraut sliedi. Vai nav taisnība?

Z. — Ko tad tu atkal esi izdomājis?

N. — Es kaut kur esmu lasījis, ka var pārļautz tērauda sliedi, kas nolikta uz diviem balstiem, ja pilieni krit tieši vidū. Krietošo pilienu ritmiskajā iedarbībā sliede sāk vibrēt. Ja pilieni krīt ar noteiktu frekvenci, vibrācijas kļūst tik spēcīgas, ka sliede var pārļūzt.

Z. — Tiešām, tas ir mehāniskās rezonanses piemērs. Tieši tāpat ķēdei, kas sastāv no induktivitātes un kapacitātes, ir pašai sava rezonanses frekvence, pie kuras ķēdes pretestība kļūst ļoti maza, bet strāvas svārstības tajā — vislielākās. Šādas īpašības ir metāla stienītim, kuram piemīt zināma masa (induktivitātes ekvivalents) un zināma elastība (kapacitātes ekvivalents), kā arī rezonanses frekvence, pie kuras stienīša vibrācijas kļūst vislielākās. Pirmais pilienis rada ļoti vājas vibrācijas sliedē, otrais, krītot vajadzīgā momentā, palielina vibrāciju amplitūdu un tā tālāk.

N. — Jā, tagad es saprotu. Ja pilieni kristu nedaudz ātrāk vai nedaudz lēnāk, tad tie ne tikai nepalielinātu stienīša vibrāciju amplitūdas, bet pat vājinātu tās. Bet pie rezonanses frekvences pilienu darbība summējas un stienītis pārļūst, kad vibrācijas kļūst pārāk spēcīgas.

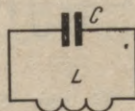


MŪŽIGĀ KUSTĪBA? ...

Z. — Ja vēlies, atgriezīsimies tagad pie elektrības. Iedomājies, ka tev ir uzlādēts kondensators un tā izvadiem tu pievieno spoli ar zināmu induktivitāti (19. zīm.). Kas notiks?

N. — Es to zinu ļoti labi. Vēl pēdējā mūsu sarunā mēs pārrunājām par kondensatora izlādi caur pretestību. Bet spole — tas ir tas pats, kas pretestība. Tādējādi kondensators izlādēsies caur induktivitāti ... un viss!

Z. — Lūk, cik bīstami ir pārsteidzīgi spriedumi! Tu aizmirsi, mans dārgais, ka spoles induktīvā pretestība ir visai dīvaina pretestība. Tā ir līdzīga inercei. Elektronu ir tikpat grūti sākt kustēties, kā apstāties. Tātad momentā, kad kondensators izlādēsies, elektronu plūdums joprojām turpināsies tai pašā virzienā un ...



19. zīm. Svārstību kontūrs.

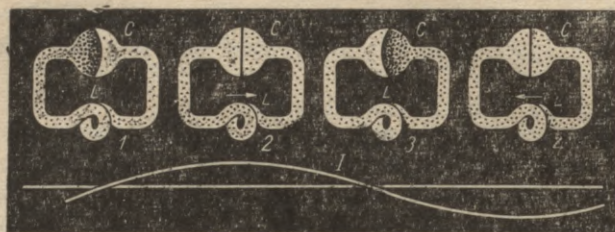


N. — ... kondensators, šķiet, atkal uzlādēsies, izmainoties polaritātei. Bet kad tas atkal izlādēsies? ...

Z. — Tas atkal no jauna izlādēsies un tā joprojām (20. zīm.).

N. — Tātad tam nebūs gala? Ja kondensatoru reiz uzlādē, tad tas, izlādējoties caur induktivitātes spoli, uzlādēsies un izlādēsies mūžīgi. Tā taču ir mūžīgā kustība?!

Z. — Neaizraujies! Mūsu ķēdei piemīt aktīvā pretestība, un tādēļ strāva, šo pretestību pārvarot, vājināsies. Līdz ar to katras svārstības ciklā strāva arvien vairāk un vairāk samazināsies, kamēr izzdīs pavisam.



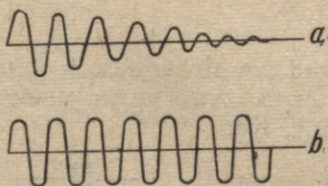
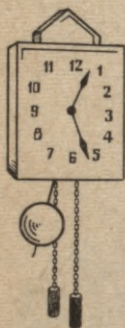
20. zīm. Elektronu kustība svārstību kontūrā viena perioda laikā. Stāvokļos 1 un 3 strāva vienlīdzīga nullei, bet spriegums uz kondensatoru C ir maksimālais; stāvokļos 2 un 4, tieši otrādi, strāva ir maksimāla, bet spriegums uz kondensatora C vienlīdzīgs nullei.

N. — Tas atgādina vēzēkļa svārstības. Ja vēzēkli izkustina no līdzsvara stāvokļa, tas svārstās līdz tam brīdim, kamēr visa tā enerģija nav izsīkusi gaisa pretestības pārvarēšanai.

Z. — Tas ir visklasiskākais piemērs, ko izmanto visās radio-tehnikas mācību grāmatās. Varbūt tu uzreiz sapratīsi, ja es jautāšu, kāda būs svārstību frekvence, kas rodas mūsu ķēdē?

N. — Es domāju, ka elektroni ir pietiekami slinki un tie sekos minimālā spēka izlietojuma likumam. Tāpēc tie svārstīsies rezonanses frekvencē — frekvencē, pie kuras šķietamā ķēdes pretestība ir vismazākā.

Z. — Viss tieši tā arī notiek. Ķēdē, kas sastāv no induktivitātes un kapacitātes (tādu ķēdi sauc par svārstību kontūru), kondensatora izlāde pārvēršas rimstošās elektriskās svārstībās (maiņstrāva ar dilstošu amplitūdu), kuru frekvence vienlīdzīga svārstību kontūra pašfrekvencei vai rezonanses frekvencei (21. zīm.).



21. zīm. Svārstību veidi.
a — rimstošas svārstības;
b — nerimstošas svārstības.

SVĀRSTĪBU KONTŪRS UN ĀRĒJĀ ĶĒDE

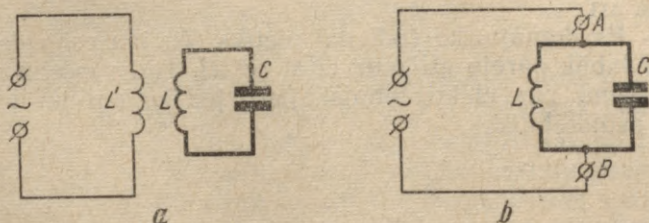
N. — Vai ir kāds šo svārstību uzturēšanas paņēmieni?

Z. — Protams. Var iegūt svārstības ar nemainīgu amplitūdu — t. s. nerimstošās svārstības, katrā svārstību

periodā kompensējot enerģijas zudumu ar niecīgu enerģijas devu no ārēja avota.

N. — To es saprotu un atkal atcerējos pulksteņi. Atspere vai sienas pulksteņa atsvari dod svārstam vieglus grūdienus vienā taktī ar katru svārstību.

Z. — Pareizi. Bet mūsu gadījumā svārstību kontūrs LC jāsaista ar ķēdi, kurā plūst maiņstrāva ar frekvenci, kas vienāda svārstību kontūra rezonanses frekvencei. Saite var būt induktīva (22. zīm. *a*) vai arī kontūru maiņsprieguma avota ķēdē ieslēdz tieši (22. zīm. *b*).



22. zīm. Svārstību kontūra LC barošanas paņēmieni.
a — induktīvais; *b* — tieša ieslēguma.

N. — Es domāju, ka abos gadījumos tikai rezonanses frekvences strāva varēs pastiprināt strāvu svārstību kontūrā.

Z. — Un tu nekļūdi. Bet, lūk, kas vēl ir svarīgi — es tevi lūdzu tam pievērst sevišķu uzmanību! Ja svārstību kontūru ieslēdz ķēdē (22. zīm. *b*), tad rezonanses frekvences strāvai tas izrādīs ievērojamu reaktīvu pretestību.

N. — Nu tad... es vairāk neko nesaprotu! Tu taču tikko teici, ka maiņstrāvai ar rezonanses frekvenci kontūra reaktīvā pretestība ir vismazākā?!

Z. — Kāds sajukums tev galvā!... Saproti beidzot, ka šeit mums ir darīšana ar divām pilnīgi atšķirīgām ķēdēm. Viena, ko es zīmēju ar treknām līnijām, — tas ir mūsu svārstību kontūrs. Otra — tā ir ārējā ķēde, pa kuru plūst rezonanses frekvences strāva.

N. — Bet no kurienes šī strāva rodas?

Z. — To tu uzzināsi vēlāk — no antenas vai no anodķēdes. Šajā momentā tas nav būtiski...

Pašā svārstību kontūrā LC reaktīvā pretestība strāvas svārstībām rezonanses frekvencē patiešām ir ļoti maza.

Tagad aplūkosim ķēdi, kas zīmēta ar tievām līnijām. Tās uzdevums ir katrā svārstību periodā kontūrā LC «ieslēgt» nelielu enerģijas devu, ko svārstību kontūrs tieši zaudē katrā svārstību periodā. Tādējādi ārējā ķēdē var plūst tikai ļoti vāja strāva. Tāpēc varam secināt, ka svārstību kontūrs ārējai ķēdei izrāda lielu pretestību.

N. — Tas ir ļoti sarežģīti, taču man liekas, ka esmu sastratis.

Z. — Un iegaumē vēl vienu ļoti svarīgu secinājumu: tā kā svārstību kontūrs ārējās ķēdes rezonanses strāvai izrāda ļoti lielu pretestību, tad šī strāva (saskaņā ar Oma likumu) uz svārstību kontūra *A* un *B* spailēm radīs ļoti lielu maiņspriegumu (22. zīm. *b*).





N. — Bet kas notiks, ja ārējā ķēdē rezonanses frekvences strāvas vietā plūdīs citas frekvences strāva?

Z. — Šādā gadījumā uzspiestās svārstības svārstību kontūrā būs daudzkārt vājākas nekā rezonanses gadījumā. Bet svārstību kontūra pretestība nerezonanses frekvenču strāvām būs ievērojami mazāka.

Tādējādi, ja ārējā ķēdē vienlaicīgi plūst vairākas strāvas ar atšķirīgām frekvencēm, tad tikai rezonanses frekvences strāva svārstību kontūrā LC radīs stipru strāvu, bet uz kontūra spailēm — ievērojamu spriegumu. Tādējādi tu vari no vairākām strāvām izvēlēties tikai vienu — rezonanses frekvences strāvu.

N. — Es gribētu jautāt, no kā atkarīga rezonanses frekvence, kā arī ...

Z. — Es domāju, ka šodienai pietiks. Tu jau esi «piesātinājies», un labāk pārējo atliksim citai reizei. Tad varēsim nobeigt mūsu sarunu par elektrotehniskajiem jēdzieniem un pāriesim tieši pie radiotehnikas.

SESTĀ SARUNA

Iepriekšējās sarunas deva iespēju Nezinim (un tev, dārgo lasītāj) iegūt nepieciešamās zināšanas par vispārējo elektrotehniku. Bet tagad, Ziņa ietekmēts, Nezinis enerģiski sāk pētīt radiotehniku. Izmantojot jau gūtās zināšanas, viņi šajā sarunā aplūko svārstību kontūru noskaņošanas un selektivitātes jautājumus.

NEZINIS UN MATEMĀTIKA

Zinis. — Pēdējo reizi šķiroties tu man jautāji, no kādiem faktoriem atkarīga svārstību kontūra rezonanses frekvence.

Nezinis. — Jā. Visu laiku esmu domājis par šo jautājumu, un man šķiet, ka tagad saprotu. Pirmām kārtām svārstību kontūrs sastāv tikai no viena kondensatora un vienas spoles. Tātad, nopietni sakot, rezonanses frekvence var būt atkarīga tikai no šī kondensatora kapacitātes vai šīs spoles induktivitātes.

Z. — Nav jābūt Serlokam Holmsam, lai tā secinātu.

N. — Protams. Bet es gāju tālāk... Kas attiecas uz kapacitāti, tad, jo tā lielāka, jo ilgstošāka būs katra izlāde un katra uzlāde. Tieši tāpat: jo lielāka induktivitāte, jo spēcīgāk tā darbojas preti jebkurām strāvas izmaiņām un tātad palēnina svārstības. Vārdu sakot, kontūra svārstību periods palielināsies, palielinoties kapacitātei un induktivitātei.

Z. — Tātad frekvence tai pašā laikā samazināsies. Apsveicu tevi, Nezini, tavi slēdzieni ir pareizi. Tikai jāpiemetina vēl, ka frekvence (un periods) nemainās tikpat ātri kā kapacitāte vai induktivitāte. Ja tu kaut nedaudz mīlētu matemātiku, es tev teiktu, ka svārstību kontūra rezonanses periods ir proporcionāls kapacitātes un induktivitātes reizinājuma kvadrātsaknei¹.

N. — O! Tu zini, matemātika mani tiešām nemil. Jāatzīstas, ka riskēju kļūt nepateicīgs, apgalvojot, ka pagaidām neredzu radiotehnikai kādu labumu no visa tā, kas saistīts ar šiem svārstību kontūriem.

DŪMU GREDZENI

Z. — Es jau tev mūsu otrās sarunas laikā skaidroju, ka tad, ja vertikālā stieplē, ko sauc par antenu, cirkulē augstfrekvences strāva...

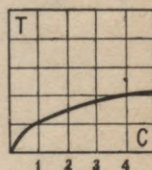
N. — ...elektromagnētiskie viļņi no tās atdalās un kā dūmu gredzeni izplatās ar 300 000 km/sek. lielu ātrumu.

Z. — Teicami, atmiņa vēl tev nav vājinājusies... Bet kā tu domā, kas notiks, ja šie gredzeni savā ceļā sastaps citu vertikālu vadītāju?

¹ Zinot induktivitāti L un kapacitāti C , periodu T var viegli noteikt ar Tomsona formulu

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

kur $\pi = 3,14$... Taču Nezinis nemil formulas.





N. — Es domāju, ka šai gadījumā, lietojot parādības apgrīžamības principu, var apgalvot, ka elektromagnētiskie gredzeni šai vadītājā inducēs augstfrekvences strāvas.

Z. — Pareizi! Un, lai nosauktu lietas īstajos vārdos, mēs sacīsim, ka elektromagnētiskie viļņi uztverošā antenā ierosina (inducē) tādu pašu strāvu, kāda cirkulē raidantēnā. Šī strāva, protams, būs daudz vājāka, jo, attālinoties no raidītāja, elektromagnētiskie viļņi vājinās.

N. — Tāpat kā dūmu gredzeni, kas izplatoties pakāpeniski izklīst gaisā.

NEZINIS BAI DĀS NOMIRT NO ELEKTRISKĀS STRĀVAS TRIECIENA

Z. — Tagad padomā par kādu nopietnu lietu. Visā pasaulē ik brīdi darbojas desmitiem dažādu radoraidītāju.

N. — Bet tu taču neapgalvosi, ka tie visi ierosina strāvas jebkurā vertikālā vadītājā?!

Z. — Tieši tā. Arī caur tevi, kaut gan tu ne tuvu neesi pilnīgs vadītājs, šai momentā plūst vairākas augstfrekvences strāvas.

N. — Cik tas šausmīgi! Labāk nebūtu man par to stāstījis! Bet kāpēc tad es neko nejūtu?

Z. — Gluži vienkārši! Tāpēc ka šīs strāvas ir ārkārtīgi niecīgas. Bez tam, pretēji līdzstrāvai vai zemfrekvences maiņstrāvām, kas izplatās pa vadītāja iekšieni, augstfrekvences maiņstrāvas izplatās tikai pa vadītāja virsmu. To sauc par *v i r s m a* s vai *s k i n e* efektu.

N. — Tas mazliet nomierina . . . , bet mani uztrauc kaut kas cits. Tā kā antena uztver strāvas no visām raidstacijām, kas darbojas, mums vajadzētu dzirdēt klasiskās un džesa mūzikas, konferenču, pēdējo ziņu, kulinārijas recepšu utt. šausmīgu sajaukumu. Es nevaru iedomāties, ko varētu saprast, vienlaicīgi uztverot Berlīni, Maskavu un Vatikānu . . .

SELEKTIVITĀTE

Z. — Tu taču labi zini, ka tas tā nav. Radiouztvērēji ir *s e l e k t i v i* aparāti, t. i., tie no lielā augstfrekvences strāvu daudzuma var «atsijāt» tieši to, ko antenā inducējuši mums vajadzīgā raidītāja radioviļņi.

N. — Kādā veidā?

Z. — Ar vienu vai vairākiem svārstību kontūriem. Tā, piemēram, 23. zīmējumā speciāla spolīte antenu saista ar svārstību kontūru. Tieši to mēs aplūkojām mūsu pēdējās sarunas beigās. No visām strāvām, kas cirkulē antenā, tikai tā, kuras frekvence vienāda ar svārstību kontūra *LC* rezonanses frekvenci, uz spailēm *AB* radīs zināmu augstfrekvences maiņspriegumu.

N. — Tātad dažādas raidstacijas, ja esmu pareizi sapratis, ražo augstfrekvences strāvas ar atšķirīgām frekvencēm.

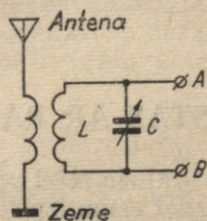
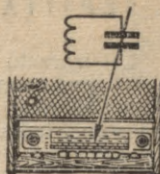
Z. — Tieši tā. Frekvence raidītājam ir tas pats, kas telefona aparātam numurs, ko mēs uzgriežam ar skaitļu disku.

N. — Bet svārstību kontūram taču ir tikai viena rezonanses frekvence. Kādā veidā mēs varam uztvert citas pārraides?



Z. — Noskaņojoties uz dažādām frekvencēm. Lai izmainītu rezonanses frekvenci, jāizmaina tikai kontūra induktivitāte vai kapacitāte. Vai tad tu neredzi, ka 23. zīmējumā kondensators C pārsvītrots ar bultiņu? Shēmās bultiņa parasti norāda, ka attiecīgo lielumu var izmainīt.

Sai gadījumā noskaņošanai mēs izmantojam maiņkondensatoru.



23. zīm. Induktīvā saite starp antenu un svārstību kontūru.

N. — Tātad antenā inducējas strāvas ar atšķirīgām frekvencēm, bet, izmainot maiņkondensatora kapacitāti, mēs svārstību kontūru noskaņojam uz mums vēlamo frekvenci. Tā mēs «noķeram» vajadzīgo radiostaciju. Starp punktiem A un B izveidojas augstfrekvences maiņspriegums, bet... kas ar to notiek tālāk?

Z. — Šis spriegums parasti ir ļoti vājš. Pirms to izmanto turpmākiem pārveidojumiem, tas vispirms jāpastiprina. Tieši pastiprināšanai arī izmanto radiolampas, kuru noslēpumus mēs izpētīsim nākamo reizi.



Lai izprastu radiotehniku, svarīgi vispirms izpētīt daudz Elektrodu radiolampas uzbūvi. Radiolampa radiotehniskās ierīcēs ir meistare visās lietās. Būdam uzticīgs savam solījumam, Zinis sāk izklāstīt pašu galveno: par visvienkāršāko radiolampu — diodes un triodes īpašībām. Tā Nezinis uzzina par katoda, anoda un tīkliņa nozīmi.

NEZINIS IEPAZĪSTAS AR RADIOLAMPĀM

Nezinis. — Tā kā tu pagājušo reizi apsolīji pastāstīt par radiolampām, es tās jau mazliet esmu izpētījis. No vārdnīcas uzzināju, ka šīs lampas sauc par elektronu lampām.

Zinis. — Teicami, Nezinī! Tagad tu esi pietiekami apgaismots! ... Lai papildinātu tavas no vārdnīcas gūtās zināšanas, man atliek tikai piebilst, ka radiolampās elektroniem ir svarīga loma.

N. — Nezobojies par mani, Zini! Ko tad elektroni radiolampās dara?

Z. — Elektronus izstaro jeb emitē katods. Tālāk elektroni vakuumā izskrien cauri vienam vai vairākiem tīkliņiem, līdz tos pievelk anods.

N. — Jo tālāk, jo trakāk. Katods, anods, tīkliņš ... tas ir tāpat, ja man sanskritu valodā izskaidrotu integrālrēķinus.

Z. — Tad sāksim no ābece. Tu zini, kas ir siltums?

N. — Mana fizikas mācības grāmata pieticīgi norāda, ka siltums nav nekas cits kā strauja un nekārtīga molekulu kustība.

Z. — Bet kas notiek ar elektroniem sakarsēta ķermeņa molekulās?

N. — Man liekas, ka šos elektronus var salīdzināt ar automašīnā sēdošiem pasažieriem, ja mašīna traucas milzīgā ātrumā un izdara straujus likloču pagriezienus. Ceļotāji elektroni tiek pamatīgi kratīti un no tā šausmīgi cieš.

Z. — Zinātnei nav ziņu par elektronu morālo stāvokli ... , bet tev taisnība, ja tu saki, ka elektroni ļoti cieš no pārlietu kratīšanās. Iedomājies, ka ķermeņa temperatūra ir ļoti augsta ...

N. — Tādā gadījumā molekulu-automašīnu kustība kļūst tik strauja un haotiska, ka ne mazums pasažieru-elektronu tiek izsviesti no automašīnām.

Z. — To sauc par ķermeņa elektronu emisiju. Ja nokvēlina metāla stiepli, no tās laužas ārā elektroni. Ir tādi metālu oksīdi, kuriem elektronu emisija sākas pat tad, ja karsēšanas temperatūra relatīvi zema.

N. — Tas acīmredzot notiek tādēļ, ka šajos oksīdos elektroni pasažieri neturas stipri pie saviem sēdekļu rokturiem.

Bet pasaki, kādā veidā tu domā karsēt metālu, lai iegūtu elektronu emisiju.

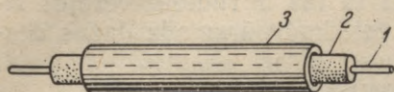
Z. — Šim nolūkam var izmantot visus karsēšanas līdzekļus: gāzi, petroleju, akmeņogles, elektrību.

N. — Pag, pag! Es nezināju, ka radiolampas uzksēs ar petroleju.



Z. — Patiesībā katodu (tā radiolampā sauc elektrodu, kas ir elektronu emisijas avots) vienmēr sakarsē elektriskā strāva. Bet šai kvēles strāvai ir otršķirīga, tikai palīgoma un to varētu aizstāt ar citu siltuma avotu.

Mūsdienu radiolampās kvēldiegs līdzīgs apgaismošanas spuldzes kvēldiegam, un to kvēlina caurplūstošā strāva (līdzstrāva vai maiņstrāva — tas vienalga). Kvēldiegs ieslēgts porcelāna cilindrā, kas savukārt siltumu atdod porcelāna cilindriņim, kurš cieši pieguļ niķeļa caurulītei. Niķeļa caurulītes virsma noklāta ar slānīti, kas sastāv no dažādiem oksīdiem. Faktiski tie kopā ar niķeļa caurulīti veido katodu, kas emitē elektronus (24. zīm.).



24. zīm. Netiešās kvēles katoda sastāvdaļas.

1 — kvēldiegs; 2 — porcelāna cilindrs;
3 — niķeļa caurulīte, kas noklāta ar oksīdu slānīti.

N. — Vārdu sakot — tā ir elektriskā plītiņa, uz kuras stāv tējkanna, no kuras izraujas elektronu tvaiki.

Z. — Šis salīdzinājums man patīk. Ievēro, ka elektroni, kurus emitē katods, nevar aizskriet pārāk tālu, ja tie tūlīt savā ceļā sastop gaisa molekulas. Lai tiem dotu iespēju brīvi pārvietoties, katodu ievieto stikla kolbiņā, no kurienes izsūknēts gaiss.

N. — Bet, kā tu domā, uz kuriem elektroniem jāvirzās?

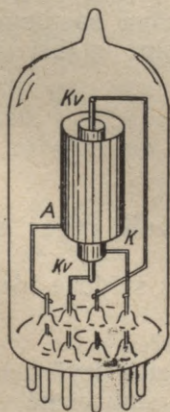


LŪK, ARĪ DIODE ...

Z. — Tūlīt mēs lampā ierīkosim elektronu slazdus. Tas ir cilindrs, kas novietots nelielā atstatumā no katoda (25. zīm.). Ar bateriju uzlādēsim to pozitīvi attiecībā pret katodu.

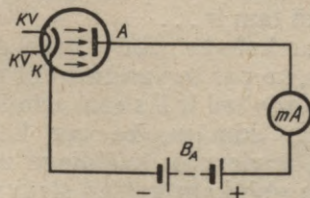
N. — Man šķiet, ka es zinu, kas pēc tam notiek. Elektronus, kuri ir negatīvi lādētas elektrības daļiņas, pievelk cilindrs, kas uzlādēts pozitīvi. Tā lampā izveidojas elektronu plūsma, kas virzās no katoda uz šo cilindru.

Z. — Cilindru, par kuru ir runa, sauc par anodu, bet elektronu plūsmu, kas virzās no katoda uz anodu, — par anodstrāvu.



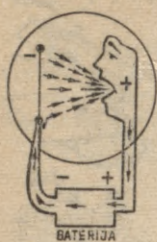
25. zīm. Diode.

Kv — kvēldiegs;
A — anods;
K — katods.



26. zīm. Ar miliampērmetru *mA* mēri strāvu, kas plūst no katoda *K* uz anodu *A*.





Anodstrāva tālāk izplūst cauri baterijai un atgriežas atpakaļ katodā. Anodstrāvu var konstatēt ar miliampērmetru, kas ieslēgts anoda ķēdē (26. zīm.).

N. — Padomā tikai, elektroni pārvietojas tukšumā!... Bet saki, ja es aiz aizmāršības ieslēgšu bateriju otrādi, t. i., tā, ka katods būs pozitīvs, bet anods — negatīvs, vai elektroni arī tad virzīsies no anoda uz katodu?

Z. — Protams, ne. Aukstais anods neemitē elektronus.

N. — Tātad mūsu radiolampa elektroniem ir it kā iela ar vienvirziena kustību.

Z. — Jā. Radiotehnikā šādu radiolampu sauc par divelektrodu elektronu lampu vai *d i o d i*.

N. — Es domāju, ka strāva diodē ir ļoti vāja.

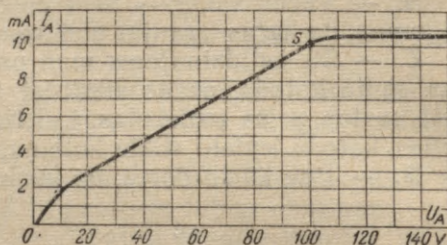
Z. — Un tu nekļūdi. Vismaz tā tas ir radiouztvērējos izmantotajās diodēs. Strāva tajās reti kad pārsniedz dažus desmitus miliampēru.

N. — Bet no kā šī strāva ir atkarīga?

Z. — Vispirms no sprieguma, kas pielikts starp anodu un katodu. Jo šis spriegums lielāks, jo lielāka strāva.



27. zīm. Likne, kas rāda anodstrāvas izmaiņas atkarībā no anodsprieguma. Punktā *S* sākas piesātinājums.

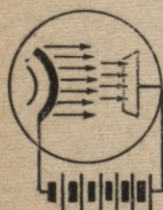
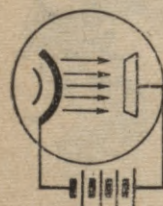


N. — Tas, man šķiet, ir normāli: jo enerģiskāk anods aicina pie sevis elektronus, jo vairāk elektronu atsauca tā aicinājumam.

Z. — Taču šis likums ir spēkā tikai līdz zināmai robežai, t. i., neraugoties uz anodsprieguma palielināšanos, strāva vairs nepalielinās.

N. — Kāpēc gan tā?

Z. — Tāpēc, ka pie noteikta sprieguma visi katoda emitētie elektroni sasniegs anodu, un tad saka, ka strāva sasniegusi piesātinājumu. Citiem vārdiem, izveidosies maksimālā strāva, kādu katods vispār spēj radīt (27. zīm.).



NEZINIS ATKLĀJ AMERIKU

N. — Acīmredzot pats labākais katods pasaulē nevar dot vairāk, nekā tam ir...

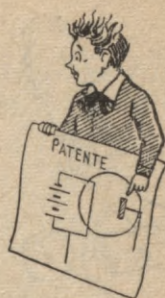
Taču par katodu uzbūvi man galvā iešāvusies spīdoša ideja. Man liekas, ka par to varētu izdot patentu.

Z. — Kāds tad ir šis sensacionālais atklājums?

N. — Es domāju, ka var katoda konstrukciju ievērojami vienkāršot, apvienojot kvēldiegu un emitējošo virsmu vienā elementā. Šim nolūkam kvēles strāva jālaiž cauri kvēldiegam, kas izgatavots no metāla, kuram labas emitējošas īpašības. Tādos apstākļos šāds kvēldiegs būtu vienkāršs katods, kas sakarsdams emitētu elektronus.

Z. — Apsveicu tevi, Nezinīt! Tu tikko izgudroji tiešās kvēles katodu. Tas tiešām ir vienkāršāks par netiešās kvēles katodu, kura uzbūvi es tev izskaidroju. Taču tavš izgudrojums ir nedaudz aizkavējies, jo radiolampas ar tiešo kvēli bija pazīstamas jau ilgi pirms netiešās kvēles radiolampām. Starp citu, tiešās kvēles katodu līdz pat mūsu dienām izmanto baterijuztvērēju radiolampās, kā arī dažās radiolampās tīkla uztvērējos.

N. — Patiešām, esmu piedzimis par vēlu, un man nav nekas palicis pāri, ko izgudrot.



TĪKLIŅU LABIRINTĀ

Z. — Tieši otrādi. Tu vari izgudrot citas, par diodi sarežģītākas radiolampas. Bet arī šeit jau daudz kas paveikts. Palielinot tīkļņu skaitu, to formu un izvietošanu, inženieri konstruējuši ļoti interesantas radiolampas.

N. — Bet kādam nolūkam domāti šie slavenie tīkļņi?

Z. — Tīkļņi ir stieplu sieti ar lielāku vai mazāku aci vai cilindriskas spirāles. Tos novieto elektronu plūsmas ceļā starp katodu un anodu.

No ģeometrijas viedokļa tīkļņi elektronu kustībai šķēršļus nerada. Taču, atrodoties ievērojami tuvāk katodam, tīkļņi elektronu plūsmu ietekmē daudz spēcīgāk nekā anods.

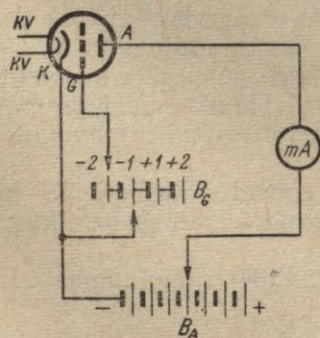
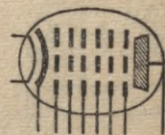
N. — Tas nav visai skaidrs. Par kādu ietekmi tu runā?

Z. — Par tīkļņsprieguma ietekmi uz anodstrāvu.

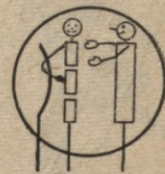
Aplūkosim visvienkāršāko radiolampu ar vienu tīkļņu, t. i., radiolampu ar trim elektrodiem: katodu, tīkļņu un anodu. To sauc par triodi. Tā ir visu mūsdienu daudz-tīkļņu radiolampu — astoņu elektrodu (oktodu) vai pat divpadsmit elektrodu (dodekaodu) — priekštece.

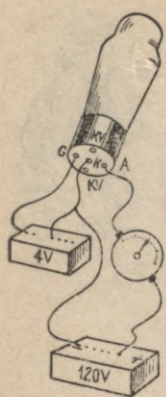
N. — Es tomēr sākumā vēlētos, lai tu pastāstītu par triodi. Var jau būt, ka elektroni ir pietiekami gudri, lai atrastu sev ceļu starp astoņiem vai divpadsmit elektrodiem, bet domāju, ka tas ir velnišķīgi sarežģīti.

Z. — Vēlāk tu redzēsi, ka tas faktiski ir ļoti vienkārši... Lai uzskatāmi parādītu tev tīkļņa ietekmi uz anodstrāvu triodē, starp katodu un tīkļņu ievietošu mazu bateriju B_G , kas ar katodu savienota no vidus atvada (28. zīm.). Līdz ar to varu tīkļņam pievadīt gan negatīvu (tīkļņam pieslēdzot baterijas kreiso pusi), gan pozitīvu (pieslēdzot to baterijas labajai pusei) spriegumu. Tādējādi tīkļņspriegumu attiecībā pret katodu var izmainīt robežās no -2 līdz $+2$ V. Tieši tāpat var izmainīt anod-



28. zīm. Shēma, kas dod iespēju salīdzināt tīkļņsprieguma un anodsprieguma ietekmi uz anodstrāvu. Atbilstošos spriegumus izmaina, mainot darbīgo tīkļņa B_G un anoda bateriju B_A skaitu.





spriegumu, pārslēdzot atvadus anodbaterijai B_A , kuras negatīvais izvads savienots ar katodu.

N. — Redzu, ka anodam tu esi paņēmis 120 V bateriju, turpretī tīkliņam tikai 4 V bateriju. Kāpēc?

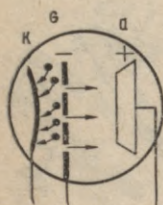
Z. — Tāpēc ka — un tu to tūdaļ redzēsi — nelielas sprieguma izmaiņas uz tīkliņa anodstrāvu ietekmē gluži tāpat, kā ievērojamas sprieguma izmaiņas uz anoda. Palūko pats. Pieslēdzam anodam +80 V un tīkliņam —2 V. Kādu strāvu rāda miliampērmetrs?

N. — Vienu miliampēru.

Z. — Labi. Tagad es pievadu tīkliņam —1 V lielu spriegumu, t. i., palielinu spriegumu par 1 V. Anodstrāva pieauga līdz 4 mA. Tātad tā pieauga par 3 mA, tīkliņspriegumam palielinoties par 1 V.

N. — Domāju, ka strāva palielinājās tāpēc, ka tīkliņš, kļūvis mazāk negatīvs, tik enerģiski vairs neatgrūdis elektronus, kas plūst no katoda.

STĀVUMS UN PASTIPRINĀŠANAS KOEFICIENTS

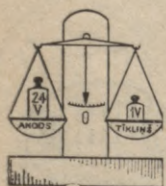


Z. — Protams. Vēl piebildešu, ka anodstrāvas izmaiņu, palielinoties spriegumam uz tīkliņa par 1 V, sauc par radiolampas *s t ā v u m u*, un to mērī miliampēros uz voltu (mA/V). Mūsu triodes stāvums ir 3 mA/V, tāpēc ka, palielinot spriegumu uz tīkliņa par 1 V, mēs novērojam anodstrāvas palielināšanos par 3 mA.

N. — Bet, pamatojoties uz iepriekš teikto, mēs tāpat varam palielināt anodstrāvu, palielinot anodspriegumu.

Z. — Tūlīt izskaidrošu. Pievadīsim atkal tīkliņam —2 V un mēģināsim palielināt anodstrāvu par to pašu lielumu —3 mA, bet šoreiz izmainot spriegumu uz anoda. Lai to sasniegtu, esmu spiests pāriet no +80 V uz +104 V, t. i., palielināt anodspriegumu par 24 V. Tikai anodspriegumu šādi izmainot, var iegūt to pašu efektu, ko ieguvām, izmainot tīkliņspriegumu par 1 V.

N. — Tikai tagad es izpratu to, ko tu stāstīji par tīkliņa ietekmi. Patiešām, tīkliņam daudz lielāka ietekme uz anodstrāvu nekā anodam. Vārdu sakot, kad tīkliņš elektronus «maigi un klusi aicina», bet anods tos sauc ar visu spēku, efekts ir viens un tas pats.



Z. — Tā tas, Nezinīt, ir. Iegaumē arī, ka skaitlis, kas rāda, cik reizu anodsprieguma izmaiņas ir lielākas par tīkliņsprieguma izmaiņām, lai anodstrāvas izmaiņas paliktu tās pašas, sauc par radiolampas *p a s t i p r i n ā š a n a s k o e f i c i e n t u*. Kāds, piemēram, ir mūsu triodes pastiprināšanas koeficients?

N. — Tūlīt redzēsim. Lai izmainītu anodstrāvu par 3 mA, mums vajadzēja izmainīt spriegumu uz anoda par 24 V. No otras puses, tādu pašu anodstrāvas izmaiņu varēja sasniegt, izmainot tīkliņspriegumu tikai par 1 V. Tātad anodsprieguma izmaiņas 24 reizes lielākas par tīkliņsprieguma izmaiņām, t. i., pastiprināšanas koeficients ir 24.

Z. — Lieliski. Redzu, ka tu esi sapratis. Gribētu, lai tu sevišķi iegaumētu, ka nelielas sprieguma izmaiņas uz tīkliņa izraisa lielas anodstrāvas maiņas.

N. — Man ir aizdomas, ka tieši tādēļ radiolampas var arī pastiprināt.

Z. — Un tu nekļūdiēs!



Kas ir radiolampas ieeja un izeja? Kas ir raksturlikne? ... Kā to nosaka, un kāda tās forma? Kas tas tāds darba punkts un nobīde? Tie ir jautājumi, ko Zinis izskaidros Nezinim, aplūkojot nosacījumus, kad radiolampa darbojas kā pastiprinātājs, nekroplojot starp tīkliņu un katodu pievadīto sprieguma formu.

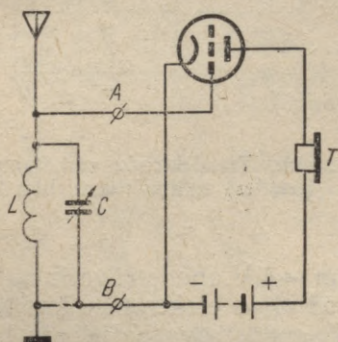
NEZINIS ĻOTI SLIKTI UZVEDAS

Zinis. Tikko te bija tava māte, Nezinīt, un sūdzējās par tavu uzvedību. Vai tieša, ka ēdamistabā tu galdu esi piekrāvis ar baterijām, radiolampām un spolēm, izvilcis vadu uz centrālapkures radiatoru un ka tava māsa, sapinusies tavos vados, kritusi un vēl tagad nav atlabusi?

Nezinis. — Viss pareizi, bet, tici man, tas mani nemaz neuztrauc. Mani nomāc tikai tas, ka mans radiouztvērējs nedarbojas.

Z. — Tu samontēji radiouztvērēju?! Bet kas tad tev deva shēmu?!

N. — Man likās, ka es jau pietiekami zinu radiotehniku, lai pats sastādītu radiouztvērēja shēmu. Lūk, te tā ir, paskaties (29. zīm.). Starp antenu un zemi ieslēgts noskaņots kontūrs LC .



29. zīm. Neziņa ieteiktā radio-
uztvērēja shēma. Radiolampa
darbojas kā pastiprinātājs, bet
telefona austiņās T nav nekas
dzirdams.

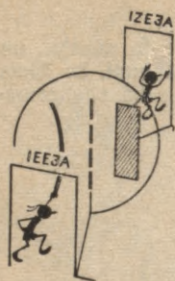
Uz šī kontūra spailēm A un B , kā tu stāstīji, rodas augstfrekvences maiņspriegums, ko ierosina no antenas pienākošā enerģija. Šo maiņspriegumu pievadu starp radiolampas tīkliņu un katodu. Mēs taču tieši iepriekšējā sarunā konstatējām, ka vājas sprieguma izmaiņas, ko pievada tīkliņam, izraisa spēcīgas anodstrāvas izmaiņas. Un tātad, ieslēdzot anodķēdē telefona austiņas T , mums būtu jādzird radiopārtraide — runa vai mūzika.

Z. — Un tu to dzirdēji?

N. — Diemžēl ne! Ne skaņas. Laikam radiolampa sabojājusies.

Z. — Pats dīvainākais ir tas, ka tu domā pilnīgi pareizi ..., bet līdz zināmam momentam. Patiešām, lai izmantotu radiolampas pastiprināšanas īpašības, jāpieliek pastiprināms spriegums





starp tīkliņu un katodu, kas izveido radiolampas «ieeju». Radiolampas «izeja» izveidojas starp anodu un katodu, jo anodkēdē rodas pastiprinātas svārstības mainīgas anodstrāvas veidā. No šī redzes viedokļa tava shēma ir teicama. Bet daudzu iemeslu dēļ telefona austiņā nav dzirdama ne skaņa. Viens no šiem iemesliem ir tas, ka telefona membrāna nespēj vibrēt ar radio-svārstību frekvenci.

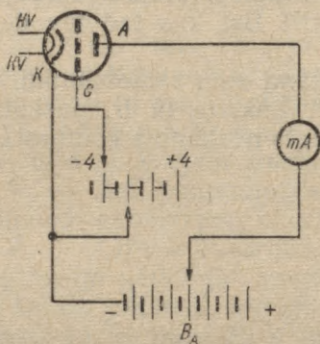
LIKŅU VALSTĪBĀ

N. — Ko tad tagad darīt?

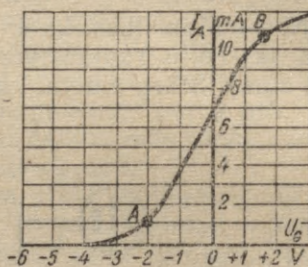
Z. — Noliec pie malas savu shēmu un parunāsim par radiolampu.

Pagājušo reizi mēs vispārīgos vilcienos aplūkojām sakarību starp anodstrāvu un tīkliņspriegumu. Lai to izpētītu pamatīgāk, paņemsim atkal aparātu, ko jau izmantojām vienā no mūsu pēdējām sarunām (30. zīm.), un rūpīgi atzīmēsim, kāda anodstrāvas I_A vērtība atbilst tīkliņsprieguma U_G vērtībai.

U_G	I_A
-4	0
-3	0,2
-2	1
-1	4
0	7
+1	10
+2	11
+3	12
+4	12



30. zīm. Shēma radiolampas raksturliķņu uzņemšanai.



31. zīm. Trīselektrodu radiolampas (triodes) tīkliņa raksturliķne.

N. — Redzu, ka tīkliņspriegumam -4 V anodstrāva ir nulle: tīkliņš ir pārāk negatīvs — tas atgrūž visus elektronus, kas tam tuvojas. Ja tīkliņspriegums ir -3 V, anodstrāva palielinās līdz $0,2$ mA, ja -2 V, — līdz 1 mA, ja -1 V, — līdz 4 mA, ja 0 V, — līdz 7 mA, ja $+1$ V, — līdz 10 mA, ja $+2$ V, — līdz 11 mA, ja $+3$ V un augstāk, — līdz 12 mA, un šis lielums tālāk nemainās.

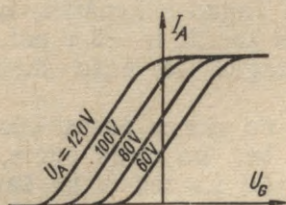
Z. — Atbilstoši šiem lielumiem uzzīmēsim radiolampas raksturliķni (31. zīm.). Šī liķne ir sava veida radiolampas pase. Tā raksturo radiolampas īpašības un palīdz to labāk izmantot.

Raksturliķnē var izšķirt trīs dažādus rajonus: pirmo rajonu no kreisās puses līdz punktam *A* sauc par apakšējo raksturliķnes izliekumu; otrais rajons starp punktiem *A* un *B*, kurā anodstrāva palielinās proporcionāli tīkliņspriegumam, ir raksturliķnes lineārais apgabals; trešais rajons no punkta *B* ir raksturliķnes augšējais izliekums, kas beidzas horizontālā apgalā un norāda uz to, ka iestājies piesātinājums, t. i., visi katoda emitētie elektroni sasnieguši anodu.

N. — Vai liķne būs tāda pati, ja 80 V vietā anodam pievadīsim citu spriegumu?



Z. — Protams, ne. Ja, piemēram, anodspriegums būs lielāks, anods spēcīgāk pievilks elektronus un tāvad vienam un tam pašam tīkliņspriegumam anodstrāva būs lielāka. Starp citu, katram anodspriegumam var uzzīmēt savu raksturlīkni, un tādā veidā iegūsim veselu raksturlīkņu saimi (32. zīm.).



32. zīm. Tīkliņa raksturlīkņu saime. Katra līkne atbilst zināmam U_A lielumam.

N. — Ieveroju, ka, anodspriegumam palielinoties, raksturlīknes pārbīdās pa kreisi.

Z. — Jā. Ļoti bieži jāpārbīda raksturlīkne un sevišķi tās lineārā daļa pa kreisi attiecībā pret tīkliņsprieguma nulles punktu.

AIZLIEGTĀ ZONA

N. — Jāatzīstas, ka neredzu tam lielas vajadzības.

Z. — To tu sapratīsi vēlāk. Taču tagad iegaumē, ka parasti mēdz tīkliņspriegumu uzturēt negatīvo vērtību rajonā (t. i., pa kreisi no nulles punkta), lai izvairītos no tīkliņstrāvas, kas rodas, tikko tīkliņš kļūst pozitīvs.

N. — Tīkliņstrāva? ... Kas tā tāda?

Z. — To viegli saprast. Kad tīkliņš attiecībā pret katodu kļūst pozitīvs, tas darbojas kā anods un pievelk elektronus. Tādā veidā rodas strāva, kas plūst no katoda uz tīkliņu. Šī strāva gan ir ļoti vāja, taču dažos gadījumos tā var sagādāt lielas nepatīkšanas.

N. — Niecīgi cēloņi, bet nopietnas sekas — tā mēdza teikt mans tēvocis, kas, paslidējis uz banāna mizas, salauza kāju. Bet kā var tīkliņsprieguma lielumu uzturēt negatīvo vērtību rajonā, kā tu skaisti izteicies?

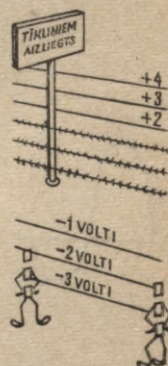
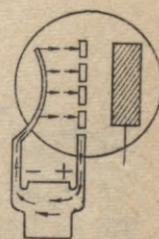
Z. — Vispirms nepieciešams, lai tu labi izprastu starpību starp tīkliņa līdzspriegumu jeb, kā saka, tā darba punktu un maiņsprieguma momentāno vērtību. Līdzspriegums — tas ir spriegums, ko pievada tīkliņam, kad signāli nepienāk, bet paši signāli ir maiņspriegums.

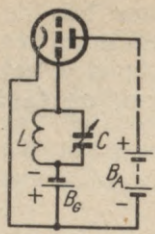
N. — Bet es domāju, ka parasti tīkliņam jābūt ar tādu pašu potenciālu kā katodam, t. i., ar nulles potenciālu.

Z. — Tu kļūdieš! Parasti pastiprinātāju shēmās tīkliņam jābūt negatīvam attiecībā pret katodu, t. i., tam pievada nelielu negatīvu spriegumu, piemēram, ar mazu bateriju B_G , kas nepatērē strāvu (33. zīm.).

N. — Tagad saprotu. To dara tādēļ, lai tīkliņš paliktu negatīvo spriegumu rajonā.

Z. — Protams. Bet bez šī sprieguma, kas pastāvīgi darbojas un ko sauc par nobīdes spriegumu, pastiprinātāja radiolampas tīkliņam pievadīts vēl maiņspriegums. Iedomājies, piemēram, ka -9 V nobīdes spriegumam tīkliņam papildus pievadīts 5 V maiņspriegums. Kādas tad būs momentānās sprieguma galotņu vērtības uz tīkliņa?





33. zīm. Tikliņam jāpievada ar bateriju B_G nelielu negatīvu spriegumu.

tikliņstrāva un ar to saistītās nepatīkamās sekas. Nobīdes spriegums, kas pirmajā gadījumā bija pietiekams, tagad izrādījies par mazu.

N. — Maiņstrāvas negatīvā pusperioda laikā tikliņš sasniegs $-9 + (-5) = -14$ V, bet maiņstrāvas pozitīvā pusperioda laikā $-9 + (+5) = -4$ V.

Z. — Bravo! Redzu, ka tu kaut ko atceries no algebras. Tagad iedomājies, ka tikliņam attiecībā pret katodu ir -3 V potenciāls. Ja pievadīsim tagad to pašu maiņspriegumu...

N. — Mums, no vienas puses, būs $-3 + (-5) = -8$ V, bet, no otras puses, $-3 + (+5) = +2$ V. O! Es redzu, ka šai gadījumā esam iekļuvuši tikliņa pozitīvo spriegumu aizliegtajā zonā, kad sāk parādīties

LABA DARBA NOTEIKUMI

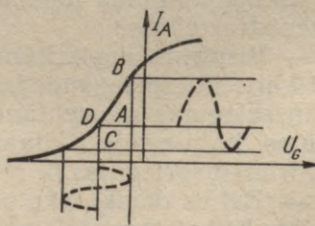
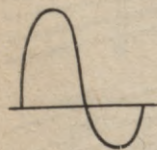
Z. — Tavi secinājumi ir prātīgi...

Tātad mēs konstatējam, ka negatīvam nobīdes spriegumam, kas pievadīts tikliņam, jābūt vismaz vienādam ar maiņsprieguma amplitūdu. Bet bez tā, lai pastiprināšana noritētu bez kropļojumiem, ir vēl viens svarīgs nosacījums: radiolampai jādarbojas raksturlieknes lineārajā daļā.

N. — Nesaprotu, kas par lietu.

Z. — Lai izvairītos no kropļojumiem, anodstrāvas izmaiņām jābūt stingri proporcionālām tikliņsprieguma izmaiņām. Radiolampas darbību iestādot raksturlieknes lineārajā daļā, mēs līdz ar to radām apstākļus, lai varētu saglabāties proporcionalitāte starp tikliņsprieguma un anodstrāvas izmaiņām.

Bet iedomājies, ka momentānās tikliņsprieguma vērtības atiecās uz raksturlieknes izliekto daļu (34. zīm.). Šai gadījumā



34. zīm. Radiolampa darbojas apakšējā izliekumā, tāpēc strāvas forma tiek izkropļota.

pozitīvo pusperiodu nosaka anodstrāvas izmaiņas rajonā AB , kuras ir lielākas nekā rajonā CD , ko izraisa tikliņsprieguma negatīvais pusperiods.

N. — Jā, anodstrāvas sinusoīda ir izkropļota salīdzinājumā ar sinusoīdu uz tikliņa.

Z. — Lieliski. Tagad tu jau saproti, kādi noteikumi nepieciešami, lai radiolampa darbotos kā pastiprinātājs.

N. — Jā, bet es vēl nezinu, kā samontēt radiouztvērēju, kas beidzot darbotos. Bez tam es nezinu, kādam nolūkam vajadzīgi daudzie tikliņi modernajās radiolampās.

Z. — Mums vēl ir daudzi jautājumi, kuri jāizskaidro.



Sai sarunā, kas visa veltīta radiotelefonijas pārraidei, Zinis izklāsta radiolampu ģenerators darbības principu un modulācijas procesu, kurā zemfrekvenci pārraida ar augstfrekvences palīdzību.

ZEMFREKVENCES DĪVAINIE CEĻJUMI

Nezinis. — Atvaino, ka es atkal par savām bēdām, bet tu man apsolīji izskaidrot, kāpēc shēma, ko samontēju, nedarbojas.

Zinis. — Lai to saprastu, jāzina, kāda ir strāva, ko elektromagnētiskie viļņi inducē tavā antenā. Bet šim nolūkam man jāizskaidro tev radiotelefonijas raidītāja darbība.

N. — Es zinu, ka pastāv studija, bet tajā ir mikrofons.

Z. — Labi. Es redzu, ka tu «pamatīgi» esi izpētījis šo jautājumu. Un tomēr, vai tu zini, kas tas tāds mikrofons?

N. — Protams. Viens no tiem atrodas mūsu telefona aparātā. Nesen atvēru mikrofonu un atradu tur mazus ogles graudiņus. Tieši kopš tās dienas mūsu telefons sāka slikti darboties...

Z. — Tātad tu zini, ka mikroфона funkcija ir uztvert skaņas un...

N. — ...tās pārvērst elektriskajā strāvā.

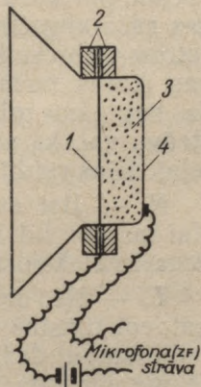
Z. — Tas vēl nav viss. Mikroфons sastāv no plānas metāla membrānas un metāla vāciņa, kas piepildīts ar ogles pulveri (35. zīm.). Membrāna no metāla vāciņa ir izolēta un ar to savienojas tikai caur ogles pulveri.

Baterijas strāva plūst no membrānas caur ogles pulveri uz metāla vāciņu. Šīs strāvas lielums acīmredzot atkarīgs no ogles pulvera pretestības. Ogles pulvera pretestība var izmainīties atkarībā no membrānas spiediena.

N. — Es saprotu: ja membrāna pulveri saspiež, graudiņiem ir lielāka saskaršanās virsma un strāva caurplūst vieglāk. Bet kas maina membrānas spiedienu uz pulveri?

Z. — Skaņu viļņi, kas liek tai vibrēt. Vai tad tu, mans dārgais, neesi mācījies, ka skaņa ir gaisa molekulu svārstības, kas izplatās skaņas viļņa virzienā. Skaņas svārstībām ir frekvence, sākot no 16 svārstībām sekundē (hercu) viszemākam dzirdamam tonim līdz 16 000 herciem visaugstākam. Starp citu, daži zinātnieki uzskata, ka sevišķi jutīgas ausis sadzird skaņas ar 40 000 Hz svārstību frekvenci. Suņi, piemēram, dzird šādas skaņas.

N. — Tātad, ja es pareizi sapratu, skaņas viļņi atsitas pret mikroфона membrānu un,



35. zīm. Mikroфons.

1 — membrāna;
2 — izolators; 3 —
ogles pulveris;
4 — vāciņš.



piespiežot to svārstīties, vairāk vai mazāk saspiež ogles pulveri, un tā izmaina caurplūstošās strāvas lielumu.

Z. — Tas ir pareizi. Tādējādi mikroфона strāva precīzi atkārt visus skaņas svārstības. Starp citu, radiofonijā mums ir darīšana ar skaņu tikai pārraides ķēdes (trakta) galos: sākumā — mikroфона priekšā un beigās — sākot no skaļruņa. Starp šiem mezgliem skaņa figurēs kā mikroфона strāva, ko sauc par zemfrekvences strāvu, jo tās frekvence daudzkārt zemāka par tādu strāvu frekvenci, kuras izmanto elektromagnētisko viļņu veidošanai un kuras sauc par augstfrekvences strāvām.

N. — Kāda nelaime! Vēl viena doma, kas zaudējusi savu jēgu, pirms vēl paguvu šo domu izklāstīt!... Es jau gatavojos ieteikt mikroфона strāvu ievadīt raidītāja antenā, lai tā radītu radioviļņus... bet, izrādās, ka šim mērķim jāizmanto augstfrekvences strāvas.

Z. — Redzi, Nezinīt, mikroфона strāvu var salīdzināt ar pasažieri, kas izmanto augstfrekvences strāvas vilcienu, lai nokļūtu līdz gala stacijai. Tas iekāpj atiešanas stacijā (raidītājs) un izkāpj gala stacijā (uztvērējs). Tādējādi augstfrekvencei ir tikai zemfrekvences transporta līdzekļa loma¹.

N. — Tas, ko tu nupat man skaidroji, ir ļoti vienkārši, bet patiesībā tam jābūt velnišķīgi sarežģītam, tāpēc ka es nevaru iedomāties, kā zemfrekvence var «uzsēties» uz augstfrekvences un uz tās «ceļot», bet pēc tam to atkal pamest.

Z. — Tomēr tas viss ir ļoti vienkārši, un tu to sapratīsi, kad es tev izskaidrošu ģeneratora darbību, kuru dažos lietošanas gadījumos sauc par vietējo oscilatoru jeb heterodīnu.

KĀ IEGŪT AUGSTFREKVENCI?

N. — Lasīju sludinājumos par «superheterodīnu» pārdošanu, bet nekad neesmu dzirdējis vienkārši par heterodīnu. Vai tas nav reklāmas pārspilējums?

Z. — Nē, nomierinies. Superheterodīns ir radiouztvērēja shēma, par kuru es tev vēlāk pastāstīšu. Bet heterodīns — ierīce, kas ražo augstfrekvences vai zemfrekvences maiņstrāvas. Ģeneratoru (jeb oscilatoru), kas rada spēcīgas augstfrekvences strāvas, kuras novada uz antenu, sauc par radioraidītāju. Ja bez tam mikroфона strāva iedarbojas uz augstfrekvences strāvu vai, kā saka, modulē to, mums ir darīšana ar radiofonijas raidītāju.

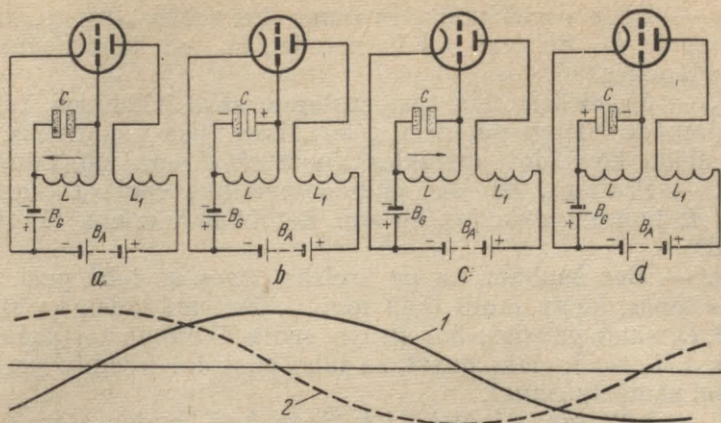
N. — Bet es ļoti vēlētos uzzināt, kā ģenerators iekārtots. Vai tas nav līdzīgs maiņstrāvas ģeneratoriem, kas uzstādīti galvenajās elektrostacijās?

Z. — Nē, draudziņ. Tāpat kā labs pavārs prot no olām pagatavot tūkstoš dažādu ēdienu, tā arī radiotehniķi prot pielāgot radiolampu dažādai izmantošanai. Ļoti vienkārša ģeneratora shēma parādīta 36. zīmējumā a. Ko tu tur redzi?

N. — Es redzu svārstību kontūru LC, kas ieslēgts starp radiolampas tīkliņu un katodu. Labajā pusē attēlota spole L₁, kas



¹ Tāpēc to bieži sauc arī par nesējfrekvenci. (Tulk. piez.)



36. zīm. Četras strāvas svārstību fāzes generatorā (oscilatorā).
 1 — strāvas izmaiņas likne anodspolē L_1 ; 2 — tas pats tīkliņspolē L .
 Pievērsiet uzmanību elektronu sadalījumam kondensatora C plāksnītēs!

ieslēgta radiolampas anodkēdē. Redzu arī bateriju B_G , kas uz radiolampas tīkliņa attiecībā pret katodu rada negatīvu spriegumu.

Z. — Tāpat ievēro, ka spoles L un L_1 izvietotas tā, lai starp tām būtu induktīva saite, bet to vijumi tīti vienā virzienā, t. i., strāva no katoda uz tīkliņu spolē L plūst tai pašā virzienā kā spolē L_1 (no anoda uz anodbaterijas B_A pozitīvo polu).

N. — Tas viss ir saprotams no zīmējuma, bet kam tas viss vajadzīgs?

Z. — Padomā. Kas notiks ieslēgšanas momentā?

N. — Nekas sevišķs... Katoda emitētos elektronus anods pievilks caur tīkliņu, tad tie izies caur spoli L_1 no kreisās puses uz labo pusi un caur bateriju B_A atkal nokļūs uz katoda. Vairāk es neko neredzu.

Z. — Neaizmirsti, ka starp spolēm L un L_1 ir induktīva saite, tāpēc notiks vēl kaut kas...

N. — Tas pareizi... Tātad, kad caur spoli L_1 plūdīs strāva no kreisās puses uz labo pusi, spolē L pēc indukcijas likuma ierosināsies pretēja virziena strāva.

Z. — Pareizi. Tā kā strāva spolē L_1 palielinās, inducētā strāva spolē L būs ar pretēju virzienu, lai pretotos inducējošās strāvas palielināšanai.

N. — Tagad šī strāva, kas plūdīs caur spoli L no labās puses uz kreiso pusi, aizraus sev līdzī tīkliņa un kondensatora C labējās plāksnītes elektronus, un tie sakoposies katodā un kondensatora kreisajā plāksnītē (36. zīm. *b*).

Z. — Saproti, tīkliņš kļūs pozitīvāks.

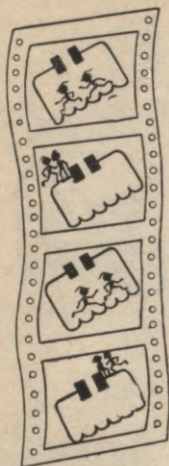
N. — Bet tad tas veicinās anodstrāvas palielināšanos, kura inducēs spolē L vēl spēcīgāku strāvu, kas savukārt padara tīkliņu vēl pozitīvāku un...

Z. — Stop!... Ja turpināsi tādā pašā garā, tad tu drīz aizrunāsies līdz miljons ampēriem. Taču neaizmirsti, ka anodstrāva nevar bezgalīgi pieaugt!

N. — Tiesām, to ierobežo sātstrāvas lielums.

Tātad, kad tīkliņš būs pietiekami pozitīvs, lai anodstrāva saņemtu piesātinājumu, tā tālāk vairs nepalielināsies. Bet, tā kā anodstrāva būs nemainīga, nekādas strāvas spolē L vairs nebūs.





Z. — Kāda maldišanās! Protams, ka nebūs strāvas, ko inducē spole L_1 . Bet vai tad tu neredzi, ka tad kondensators C būs uzlādējies?

N. — Jā, tiešām. Un tas, protams, sāks izlādēties, turklāt radiolampas tīkliņa potenciāls, izrādīsies, būs negatīvāks. Bet man šķiet, ka šādos apstākļos anodstrāva sāks samazināties.

Z. — Protams. Un šīs jaunās izmaiņas spolē L_1 inducēs spolē L jaunu indukcijas strāvu. Bet kādā virzienā tā plūdis tagad?

N. — Bez šaubām, ka no kreisās puses uz labo pusi. Vispirms tāpēc, ka tu jautā tādā tonī... Tad arī tādēļ, ka strāva spolē L_1 samazināsies, bet strāva spolē L plūdis tai pašā virzienā, t. i., no kreisās puses uz labo pusi, lai izrādītu pretošanos šai samazināšanai.

Z. — Lūk, tas ir loģiski! Un tāpēc, kad kondensators C būs izlādēts (36. zīm. *c*), process līdz ar to neizbeigsies. Spoles L_1 strāva turpinās spolē L inducēt strāvu, kas radiolampas tīkliņa potenciālu izveidos arvien negatīvāku un negatīvāku. Beigu beigās anodstrāva pavisam apstāsies.

... UN VISS SĀKAS NO JAUNA!

N. — Taču, kā redzu (36. zīm. *d*), kondensators šai momentā būs atkal pielādēts. Tātad tas sāks izlādēties. Radiolampas tīkliņa potenciāls kļūs mazāk negatīvs. No jauna parādīsies anodstrāva, kas sāks palielināties...

Z. — Un viss sāksies no jauna! Vai tad tu neredzi, ka esam atgriezušies pie tā paša punkta, no kura mēs sākām.

N. — Pareizi. Bet tas taču ir velnišķīgi sarežģīti!

Z. — Ne jau tik sarežģīti, kā tev liekas. Aplūkosim strāvas tīkliņa un anoda ķēdēs. Kā redzi, tīkliņķēdē strāva plūst sākumā vienā virzienā, palielinās un samazinās, tad maina virzienu un atkal palielinās...

N. — Vai no tā jāsecina, ka tā ir maiņstrāva?

Z. — Jā. Bet kāda ir tās frekvence?

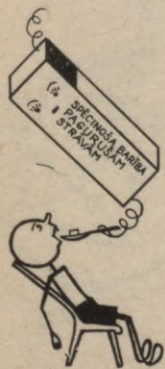
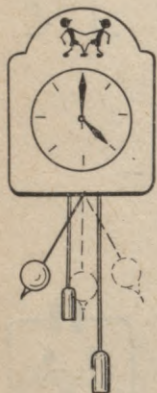
N. — Protams, ka šīs maiņstrāvas frekvence ir vienlīdzīga radiolampas tīkliņķēdē ieslēgtā svārstību kontūra LC rezonances frekvencei. Šajā kontūrā, kā tu man to agrāk izskaidroji, kondensators C pamīšus uzlādējas un izlādējas caur induktivitātes spoli L .

Z. — Tas ir pareizi. Tikai šīs svārstības nenorimst un neizbeidzas pēc dažiem svārstību periodiem, bet tās uztur no anodbaterijas B_A nākošais pastāvīgais enerģijas pieplūdums, kas no spoles L_1 , pateicoties induktīvai saitei, nonāk kontūrspolē L .

N. — Man liekas, ka es saprotu. Tātad elektronu kustība, kā jau atzīmējām, svārstību kontūrā ir līdzīga sienas pulksteņa vēzēkļa kustībām. Tieši tāpat kā pulksteņa vēzēklis pēc noteikta svārstību skaita apstājas, ja nekas tā kustību neuztur, tā arī svārstību kontūra elektroni pārmaiņus no vienas kondensatora plāksnītes uz otru nepārtraukti neplūdis caur induktivitātes spoli. Lai vēzēklis kustētos bez pārtraukuma, pulksteņa uzvilktajai atspereī jādod vēzēklam nelieli grūdieni. Radiolampu ģeneratorā atsperes loma ir baterijai B_A .

Z. — Bet kas tad izpilda palaišanas mehānisma funkcijas?

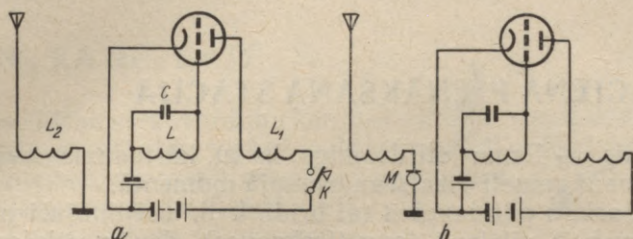
N. — Tīkliņš.



Z. — Nezināt, es tevi apsveicu un paredzu tev spožu karjeru radiozinātnēs.

N. — Paldies! Bet tagad, kad es saprotu, kā ģenerators ģenerē nerimstošas augstfrekvences svārstības, vai tu vari man paskaidrot, kā notiek radioviļņu izstarošana?

Z. — Tas ir ļoti vienkārši. Ģenerēto augstfrekvences strāvu jānovada uz antenu. To var veikt, induktīvi saistot spoli L ar spoli L_2 , kas ieslēgta starp antenas vadu un zemi (37. zīm.).



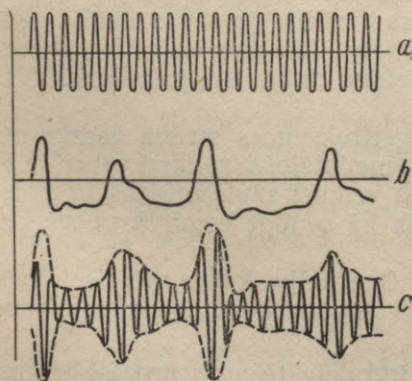
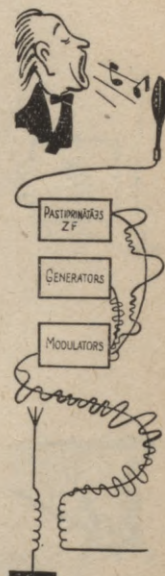
37. zīm. Vienkāršākās radiouztvērēju shēmas.

a — radiotelegrāfijas ar slēģu *K*; *b* — radiotelefonijas ar mikrofonu *M*.

Ieslēdzot anodķēdē manipulatoru — Morzes telegrāfa slēdzi *K*, mēs varēsim pārraidīt īsus un garus signālus atbilstošus Morzes ābece punktiem un svītrām. Tādā veidā notiek radiotelegrāfijas pārraide.

N. — Bet mani interesē radiotelefonijas pārraide. Un tu man apsolīji paskaidrot, kā zemfrekvences pasažieri iesēžas augstfrekvences vilcienā.

Z. — Tev taisnība. To ļoti vienkārši izdarīt. Mēs, piemēram, varam ieslēgt mikrofonu antenas ķēdē. Tā kā mikroфона pretestība mainās skaņas viļņu ietekmē, antenas strāva mainīsies tādā pašā ritmā. Citiem vārdiem, mums būs nevis nerimstošas svārstības ar pastāvīgu amplitūdu (38. zīm. *a*), bet gan svārstības ar mainīgu amplitūdu (38. zīm. *c*) vai modulēta augstfrekvences strāva.



38. zīm. Strāvu diagrammas radiatoraidītājā.

a — nemodulēta augstfrekvence; *b* — modulējošās zemfrekvences svārstības; *c* — modulētas augstfrekvences svārstības.

N. — Es saprotu. Kad mikroфона pretestība palielinās, augstfrekvences svārstību amplitūda samazinās. Tieši šajās augstfrekvences svārstību amplitūdas izmaiņās tad arī apslēpta zemfrekvences (mikroфона) strāva.

Vienkāršākā radiouztvērējā nepieciešamas trīs sastāvdaļas: uztverošā antena, detektors un telefonu austiņas. Šajā sarunā abi mūsu draugi apspriež detektēšanas nozīmi un mehānismu. Protams, no sākuma viņi aplūko vienkāršāko metodi — diodes detektēšanu. Zinis neaizmirsis arī kristālisko detektoru, kam līdz pat šim laikam vēl ir savi cienītāji. Pēc tam pastāstīs par anoda detektēšanu.

VILCIENA PIENĀKŠANA STACIJĀ

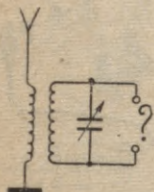


Nezinis. — Esmu ļoti dūsmīgs, ka tu, kārtodams savus eksāmenus, mani pameti vizaizraujošākajā momentā.

Mēs sarunu pārtraucām tai brīdī, kad, iesēdinājuši pasažieri (zemfrekvenci) vilcienā (augstfrekvence), devām atiešanas signālu... un mūsu augstfrekvences vilciens vēl joprojām kustas.

Zinis. — Patiešām, pienācis laiks to apstādināt. Tu, protams, zini, ka radioviļņi apstājas gala stacijā, ko sauc par uztverošo antenu.

Antenā šie radioviļņi inducē modulētu augstfrekvences strāvu, kas ir ļoti precīza, lai gan ļoti vāja raidītāja antenā plūstošās strāvas kopija.



N. — Es pat atceros, ka zināmas selektivitātes iegūšanai mēs uztverošā antenā ieslēdzam (vai saistām ar to inductīvi) svārstību kontūru, uz kura spailēm rodas maņspriegums. Gribēju šo spriegumu pievadīt telefona austiņām, bet tu teici, ka neko nedzirdēšu. Un tiešām, es neko nesadzirdēju.

Z. — Drīz tu uzzināsi savas neveiksmes cēloņus. Neaizmirsti, ka «austiņām» tu gribēji pievadīt modulētu augstfrekvences spriegumu. Telefona membrāna ir pārāk «smaga», lai svārstītos modulētās augstfrekvences ietekmē. Membrānas inerce tam ir šķērslis.

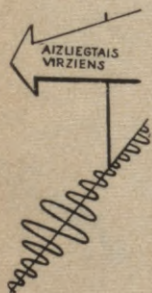
N. — Bet, ja varētu izgatavot plānu un vieglu membrānu, kas spētu vibrēt ar augstu frekvenci...



Z. — ... arī tad tu neko nesadzirdētu, jo tavas ausis nesaņūt tik augstas frekvences svārstības. Bez tam augstfrekvences strāva nevarētu izplūst cauri telefonu tinumiem, jo induktivitāte ir tai grūti pārvarams šķērslis.

N. — Bet patiesībā mūs augstfrekvences strāva nemaz neinteresē. Mēs gribam sadzirdēt modulējošo zemfrekvenci. Kas attiecas uz augstfrekvenci, tad tā veikusi savu iepriekšējo uzdevumu. Mums cits nekas neatliek kā palūgt zemfrekvences pasažieri izkāpt no vilciena.

Z. — Tu runā gluži pareizi. Operāciju, kuras mērķis ir «izvilkt» zemfrekvenci no modulētās augstfrekvences strāvas, sauc par d e t e k t ē š a n u.



N. — Ja es pareizi sapratu, tad detektēšanas process ir pretējs modulācijas procesam.

Z. — Tā tas ir. Modulētā augstfrekvences strāvā zemfrekvence «slēpjas» augstfrekvences strāvas amplitūdas izmaiņu veidā. Iztaisnojot šo strāvu, iegūsim zemfrekvenci.

N. — Es nezinu, kā to izdarīt.

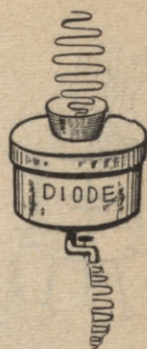
Z. — Tas taču ir vienkārši. Lai strāvu iztaisnotu, tās ceļā

jāievieto tikai vadītājs ar vienvirziena vadāmību, t. i., vadītājs, kas laiž strāvu vienā virzienā, bet nelaiž to, ja tā plūst pretējā virzienā.

N. — Es nevaru iedomāties, kā var izgatavot tādu vadītāju-taisngriezi.

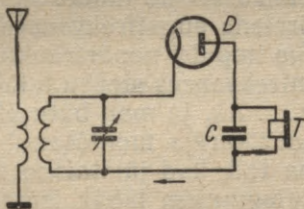
Z. — Bet tu taču ar vienu no tiem jau esi pazīstams. Tā ir radiolampa — diode, kurā elektroni var plūst no katoda uz anodu, bet ne otrādi.

N. — Tas ir pareizi... Es par to nebiju domājis.

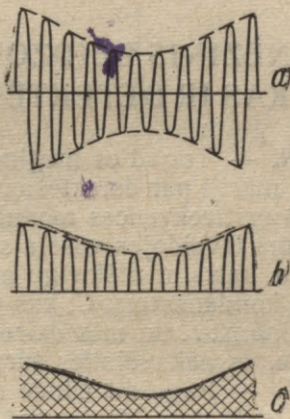


LŪK, KĀ DETEKTĒ...

Z. — Tātad mēs svārstību kontūra spaiļiem nepieslēdzam telefona austiņas, bet tiem virknē ieslēdzam diodi (39. zīm.). Šai gadījumā modulētais augstfrekvences spriegums (40. zīm. *a*) diodes *D* un telefonu austiņu *T* ķēdē radīs tikai vienvirziena spriegumu (40. zīm. *b*). Ja trūktu diodes, mums būtu augstfrekvences impulsi, kas pēc kārtas iet pretējos virzienos. Taču diode tos iztaisno, un visi šie impulsi būs vērsti tikai vienā virzienā.



39. zīm. Diode *D* iztaisno modulētās augstfrekvences svārstības, tāpēc telefona austiņās *T* dzirdams zemfrekvences signāls.



40. zīm. Detektēšanas procesa grafisks attēlojums.

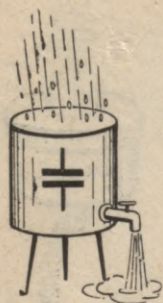
a — modulētās augstfrekvences svārstības; *b* — iztaisnotie augstfrekvences impulsi; *c* — zemfrekvences strāva.

N. — Eureka! Esmu sapratis!... Tā kā impulsi vērsti vienā virzienā, tie uz telefona membrānu iedarbosies kopīgi un to pievilks stiprāk vai vājāk. Es saku «stiprāk vai vājāk» tāpēc, ka šo impulsu amplitūdas nav vienādas — tās mainās zemfrekvences ritmā un tāpēc arī telefonu membrāna sāk vibrēt šim ritmam līdzī.



REZERVUĀRS — ELEKTRONU AKUMULATORS SADALITĀJS

Z. — Pamatvilcienos tu pareizi izprati lietas būtību. Taču mēs neesam ievērojuši to, ka augstfrekvences impulsi, pat tādi, kas vērsti vienā virzienā (40. zīm. *b*), nevar iziet cauri telefonu austiņu tinumiem, jo tiem ir liela induktīvā pretestība.



N. — Nu un tad? ... Vai tad mēs atkal nekad nesadzirdēsim?
 Z. — Sadzirdēsim, bet tikai ar noteikumu, ja pirms pievadīšanas telefonu austiņām šos impulsus nolīdzināsim. Šim nolūkam paralēli telefonu austiņām pieslēdzam nelielas kapacitātes kondensatoru (sk. 39. zīm.), ko stiprāk vai vājāk uzlādēs modulētās augstfrekvences strāvas impulsi, bet kas izlādēsies caur telefonu tinumiem. Lādiņš būs lielāks vai mazāks atkarībā no impulsu amplitūdas. Tāpēc varam arī secināt, ka izlādes strāva (40. zīm. c), kas plūdis caur telefonu austiņu tinumiem, būs īsta zemfrekvences strāva.

N. — Vārdu sakot, kondensators C ir it kā rezervuārs, kas uzkrāj cits citam sekojošos straujos impulsu lādiņus, bet pēc tam tos nepārtraukti atdod telefonu austiņām.

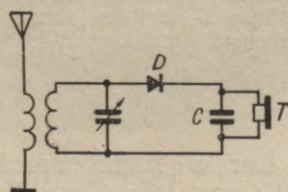
Z. — Tavs salīdzinājums ir lielisks. Redzams, ka to tu esi labi izpratis. Turpinot analogiju, tu vari kondensatoru C salīdzināt ar rezervuāru lietus lāšu savākšanai. No rezervuāra krāna plūdis nepārtraukta strūkļa, vājāka vai stiprāka, atkarībā no lietis stipruma.

NEZINIS BEIDZOT SAPRATA, KAS IR DETEKTĒŠANA

N. — Tagad es mēģināšu pats īsumā izstāstīt visu to, ko tu man mācīji par detektēšanu.

Augstfrekvences modulēto spriegumu iztaisno diode. Šai gadījumā izveidojas vesela sērija vienvirziena augstfrekvences impulsu, katrs ar atšķirīgu amplitūdu. Šie impulsi nepārtraukti uzlādē kondensatoru C , kas pievada zemfrekvences strāvu telefonu austiņām ... un mēs dzirdam mūziku ... Ak, ja man būtu bijusi diode, es nekavējoties turpinātu radiouztvērēja montēšanu!

Z. — Pagaidi! Diode nepieciešama tad, kad jāiztaisno diezgan ievērojami spriegumi. Vājiem spriegumiem labāk izmantot kontakta detektoru D (41. zīm.).



41. zīm. Detektors D detektē vājus signālus.

N. — Acīmredzot tu domā novecojušo kristālisko detektoru, kas sastāv no galenīta kristāla un atspērē savītas metāla stieplītes, kura ar aso galu viegli atduras pret kristāla virsmu?

Z. — Tas nav obligāti. Kontakta detektoru var izgatavot dažādi. Tiklīdz mēs liekam saskarties diviem vadītājiem, kas ar kaut ko atšķiras (ar ķīmisko sastāvu vai temperatūru), vadāmība kļūst abos virzienos nevienāda. Un, tā kā nevar būt divi absolūti identiski ķermeņi, var teikt, ka visi kontakti ir taisngrieži! Taču vieniem kontaktiem taisngriešanas īpašības izteiktas spēcīgāk nekā citiem. Tā, piemēram, svina spīduma (svina sulfīda) — galenīta kontakts ar metālu ir labs detektors, kaut



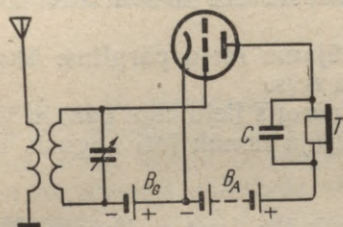
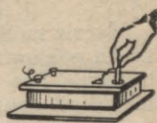
gan tas ir ļoti nestabils darbā un var detektēt tikai ļoti vājas strāvas.

N. — O, jā, es zinu! Starp citu, tā ir aizraujoša nodarbošanās — meklēt galenīta kristālā «jutīgo punktu».

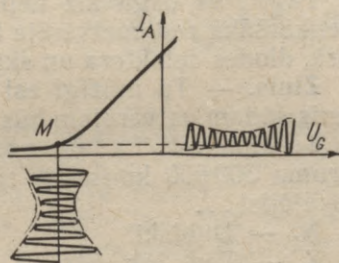
Z. — Ir kontakta detektori, kuriem šie trūkumi nepiemīt. Tā, piemēram, varš un vara oksīds, kā arī germānijs vai silīcijs ar tērauda adatu. Pēdējie detektē ļoti augstas frekvences strāvas.

N. — Lai kā tas arī būtu, es redzu, ka detektors vienmēr ir taisngriezis.

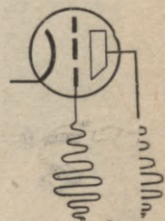
Z. — Jā. Taču detektēšanai var izmantot ne tikai to paņēmienu vien, ko nupat aplūkojām, bet arī citus. Šim nolūkam var izmantot pastiprinātāju-radiolampu, kuras tīkliņam pievadīts nemainīgs negatīvs spriegums no baterijas B_G (42. zīm.); rezultātā lampas anodstrāva līdzinās gandrīz nullei (punkts M radiolampas raksturlieknes apakšējā izliekumā 43. zīm.).



42. zīm. Anoddetektēšanas shēma.



43. zīm. Darba punktā M maiņspriegums uz radiolampas tīkliņa rada iztaisnotu strāvu anodķēdē.

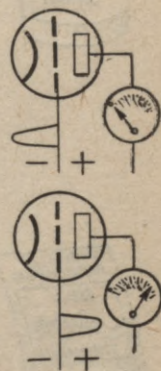


Modulēto augstfrekvences spriegumu pievada starp radiolampas tīkliņu un katodu. Šai gadījumā augstfrekvences maiņstrāvas pozitīvie pusperiodi rada mainīgu anodstrāvu. Un otrādi, augstfrekvences maiņstrāvas negatīvie pusperiodi palielina tīkliņa negatīvo potenciālu un strāva anodķēdē pavisam izzūd.

N. — Es ļoti labi iedomājos, kas notiek. Anodķēdē parādās vienvirziena strāvas impulsu sērija; impulsi seko cits pēc cita ar augstu frekvenci un amplitūdas izmaiņām.

Mazas kapacitātes kondensators C uzlādējoties summē atsevišķos impulsus un pēc tam ar zemfrekvences spriegumu baro telefona austiņas, tāpat kā diodes detektors.

Z. — Tiešām, tu esi ļoti izpratis detektēšanu. 42. zīmējumā parādīto metodi sauc par anoda detektēšanu. Tavi draugi laikam tev pateiks, ka ir arī «tīkliņa detektēšana». Bet tu viņiem netici. So terminu lieto tikai neprašas, kas nesaprot radiotehniku¹. Pie šīs — tā saucamās detektēšanas mēs vēl atgriezīsimies.



¹ Sk. zemsvītras piezīmi divpadsmitajā sarunā (64. lpp.).

VIENPADSMITĀ SARUNA

Soreiz mūsu draugu garā saruna veltīta pastiprināšanai. Pēc tam kad noskaidrojās, ka pastiprināšana nepieciešama ne tikai zemfrekvences, bet arī augstfrekvences strāvām, Zinis izklāsta transformatora saites principus, kā arī dažādus tikliņa nobīdes iegūšanas veidus, ko parasti izmanto radiouztvērējos ar barošanu no elektriskā tīkla.

CEĻOJUMA GRŪTĪBAS



Nezinis. — No mūsu pēdējās sarunas beidzot sapratu, kā notiek detektēšana, t. i., kā pasažieris (zemfrekvence) izkāpj no vilciena (augstfrekvence), kas to atveda stacijā (radiouztvērējs).

Tagad es degu aiz nepacietības beidzot sākt kaut vai visvienkāršākā radiouztvērēja būvi, kas sastāvētu no svārstību kontūra, diodes detektora un skaļruņa.

Zinis. — Tu mūžiģi esi nerealizējamu ideju pārpilns. Skaļrunis šādam uztvērējam būs mēms kā zivs.

Tu aizmirsti, ka tavš pasažieris mērojis lielu ceļa gabalu (ar ātrumu 300 000 km/sek.), radiouztvērējā nonāk ļoti noguris un novājējis! ...

N. — Dabiski!

Z. — Tad, lūk. Strāva, kas ierosināta tavā radiouztvērējā, būs pārāk vāja, lai darbinātu skaļruni. Pēc detektēšanas pirms pievadīšanas skaļrunim tā jāpastiprina. Tieši šeit izpaužas zemfrekvences pastiprināšana (ZFP). Pastiprinātājs zemfrekvences amplitūdu palielina.

Beļ, no otras puses, ja pasažieris brauc no tālienes, tad tam nebūs pat spēka izkāpt no vilciena. Citiem vārdiem, strāva, ko radioviļņi inducē uztverošā antenā, būs tik vāja, ka to nevarēs pat nodetektēt.

N. — Man liekas, ka šai gadījumā pasažiera spēki jāatjauno pirms viņa izkāpšanas no vilciena.

Z. — Tā arī dara. Augstfrekvences strāva tiek iepriekš pastiprināta. Augstfrekvences pastiprināšana (AFP) dod iespēju detektēt pat visvājākos signālus. Tātad augstfrekvences pastiprināšana palielina radiouztvērēja jutību vai, citiem vārdiem, tā sniedzamības tālumu.



NEZINIS FORMULĒ UZDEVUMU

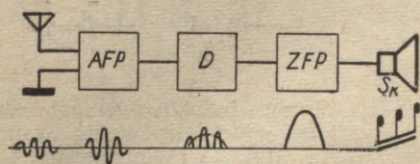
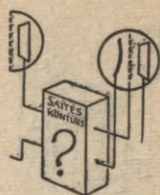
N. — Vārdu sakot, labā radiouztvērējā jāpastiprina kā augstfrekvence, tā arī zemfrekvence (44. zim.). Bet, kas attiecas uz pastiprināšanu, tad, man liekas, mēs jau visu par to esam uzzinājuši.

Z. — Tu ļoti maldies, draudziņ. Tu zini par pastiprinātāja radiolampas lomu un par to, ka niecīgas sprieguma izmaiņas radiolampas ieejā (t. i., starp tikliņu un katodu) izraisa ievērojamas anodstrāvas izmaiņas. Bet tu neko nezini, kā iekārtotas saites ķēdes, ar kurām saslēdz virknē divas pastiprinātāja radiolampas.



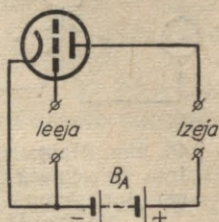
N. — Mans matemātikas skolotājs vienmēr apgalvoja, ka skaidri formulēts uzdevums jau pa pusei paveikts. Tāpēc es arī pacentīšos izskaidrot uzdevumu, kuru tu man tikko uzdevi.

Radiolampai (45. zīm.) ir ieeja — tas ir tīkliņš un katods.



44. zīm. Vienkāršāka — tieša slēguma radiouztvērēja blokskāma.

AFP — augstfrekvences pastiprinātājs, kas palielina jutību un selektivitāti; D — detektors; ZFP — zemfrekvences pastiprinātājs, kas palielina skaņējumu; Sk — skaļrunis.



45. zīm. Četri galvenie radiolampas punkti. Ieeja — starp tīkliņu un katodu; Izeja — starp anodu un anodsprieguma barošanas avota pozitīvo polu.

Starp šiem elektrodiem ieslēdz augstfrekvences vai zemfrekvences maiņspriegumu. Bez tam ir «izeja» — tā ir anodķēde, kurā starp anodu un anodsprieguma avota pozitīvo polu mēs varam noņemt mainīgās amplitūdas anodstrāvu. Bet, lai liktu darboties nākamajai lampai, mums vajadzīga nevis maiņstrāva, bet maiņspriegums, kas mums jāpievada starp tā tīkliņu un katodu.

Z. — Tu esi uz pareiza ceļa — jāpārveido mainīgā anodstrāva maiņspriegumā.

N. — To viegli pateikt, bet es neredzu, kādā veidā to var sasniegt.

Z. — Tādu pārveidošanu var veikt, piemēram, ar transformatoru...



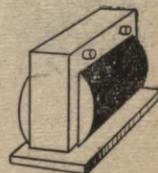
VECS PAZIŅA

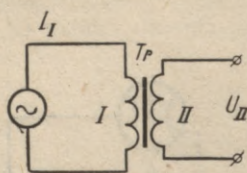
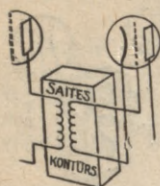
N. — Bet kas tā par ierīci — transformators?

Z. — Transformators? Tas taču ir tavs vecais paziņa, tikai tu nezināji, kā to sauc. Tā sauc detaļu ar diviem induktīvi saistītiem tinumiem. Tu jau zini, ka tad, ja pa pirmo tinumu plūst pēc lieluma mainīga strāva, otrajā tinumā inducējas spriegums.

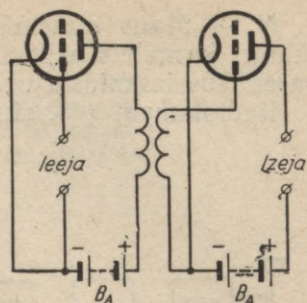
Ja caur pirmo tinumu (ko sauc par primāro) laiž cauri maiņstrāvu, tad otrajā tinumā (sekundārajā) elektroni sāk pastāvīgi pārvietoties atbilstoši inducējošai strāvai, radot uz tinuma galiem maiņspriegumu (46. zīm.).

N. — Tagad es redzu atrisinājumu: pirmās radiolampas anodķēdē ieslēgt transformatora primāro tinumu, bet tā sekundāro tinumu pievienot nākamās radiolampas tīkliņam un katodam (47. zīm.). Ja tā izdara, tad caur primāro tinumu caurplūst pēc lieluma mainīgā pirmās radiolampas anodstrāva. Tas inducē maiņspriegumu uz sekundārā tinuma galiem, kas izrādīsies pieslēgts starp otrās radiolampas tīkliņu un katodu... Vārdu sakot, notiek tā, kā visās godīgās ģimenēs...



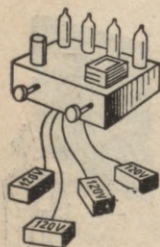


46. zīm. Maiņstrāva transforma-
tora Tr primārā tinumā I inducē
maiņspriegumu uz sekundārā
tinuma II spailēm.



47. zīm. Induktīva (transforma-
tora) saite starp divām pastip-
rinātāja radiolampām.

Z. — Vēl nepriecājies, draudziņ. Pagaidām mūsu shēmai ir nopietns trūkums. Tu laikam jau būsi ievērojis, ka šai shēmā katrai radiolampai anodstrāvas radīšanai ir savs anodsprieguma avots. Taču, vienalga, vai runā par bateriju vai par citu barošanas avotu, tā tomēr ir dārga ierīce. Tagad iedomājies, ka tāpēc, lai iegūtu lielāku pastiprinājumu, mēs vēlamies izmantot nevis divas, bet gan trīs vai vairākas radiolampas. Tādā gadījumā mums būs nepieciešams tikpat daudz anodsprieguma avotu, bet tas saistīts ar lieliem izdevumiem.



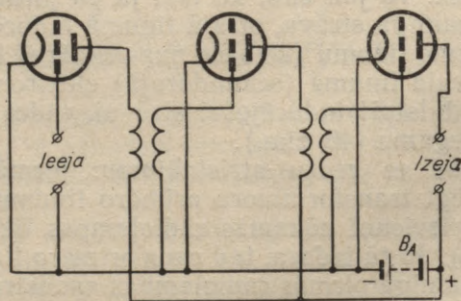
BAROŠANAS PROBLĒMAS

N. — Bet varbūt var izmantot vienu kopēju barošanas avotu visām radiolampām?

Z. — Tā patiesībā arī dara. Palūkojies uz 48. zīmējumu. Trīs pastiprinātāja radiolampas baro no viena anodsprieguma avota. Lampu katodi savienoti ar negatīvo polu.

N. — Man liekas, ka tas ir pareizi. «Ēdienu» katrai radiolampai gatavo nevis atsevišķi, bet gan tās baro no kopējas restorāna virtuves.

Z. — Tā kā tu pats par to ierunājies, atļauj tev atgādināt, ka radiolampas baro ne tikai no anodsprieguma avotiem vien, bet arī no tīkliņa negatīvā nobīdes sprieguma avota.



48. zīm. Triju radiolampu barošana no kopēja
anodsprieguma avota B_A .

N. — Patiešām. Es pavisam aizmirsu par šo papildu avotu, par kuru tu tikko runāji. Ja atmiņa mani neviļ, tīkliņam jābūt ar tādu negatīvu spriegumu attiecībā pret katodu, lai darba punkts atrastos radiolampas raksturliķnes lineārajā daļā un lai radiolampai pieliktā maiņsprieguma iedarbībā tīkliņš nekad nekļūtu pozitīvs.

Z. — Tu aizmirsi, ka tīkliņa negatīvai nobīdei jābūt tādai, lai darba punkts neizietu no raksturliķnes lineārās daļas, šādi varēs izvairīties no kropļojumiem, svārstības pastiprinot.

N. — Kādā veidā mēs tīkliņu praktiski padarīsim negatīvu attiecībā pret katodu? Es domāju, ka visvienkāršāk izmantot mazu kabatas lukturiša bateriju.

Z. — Tā rīkojas radiouztvērējos, kurus darbina ar baterijām. Bet lampu radiouztvērēju lielākā daļa tiek barota nevis ar baterijām, bet gan no maiņstrāvas apgaismošanas tīkla. Lai šai gadījumā iegūtu nobīdes spriegumu, izmanto asprātīgu, bet vienkāršu paņēmieni: katoda ķēdē ieslēdz pretestību, uz kuras izveidojas sprieguma kritums.

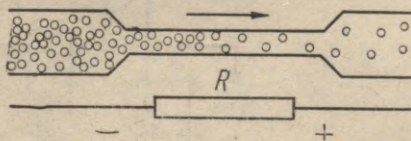
VISS RADIO LAMPĀM!
EDIENU KĀRTE
 UZKOZĀMAIS:
 NOBĪDE 4-9v.
 PIRMAIS EDIENS:
 KVEĻĒ 0,3v.
 SĀLDAIS EDIENS:
 ANODSPRIEGUMS 200v



NEZINIS ELEKTRONA LOMĀ

N. — Sākumā paskaidro, kas tas sprieguma kritums tāds ir.

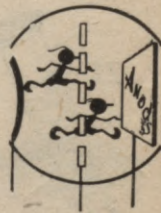
Z. — Elektronu plūsmai savā ceļā sastopot pretestību, elektroni to pārvar ar grūtībām. Tāpēc pretestības ieejā notiek elektronu sablīvēšanās, bet pretestības izejā elektronu, izrādās, ir mazāk nekā ieejā. No tā jāsecina, ka pretestības ieejā būs negatīvāka nekā izejā (49. zīm.). Strāvai caurplūstot pretestībai, izveidojas spriegums, ko sauc par sprieguma kritumu. Tas ir jo lielāks, jo lielāka pretestībai caurplūstošā strāva un jo lielāka pati pretestība.¹



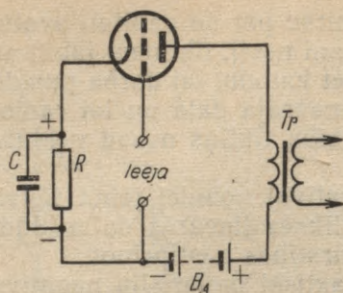
49. zīm. Plūstot cauri pretestībai R , strāva rada uz tās pievadiem sprieguma kritumu. Bultiņa rāda elektronu kustības virzienu.

N. — Tā uzvedas cilvēki, kuri, cenšoties iziet no telpas pa šauru koridoru, sāk pie tā drūzmēties. Kad nu viņi beidzot izkļūst ārā, kur var brīvi uzelpot, tad uzreiz saprot, ko nozīmē spiediena starpība vai sprieguma kritums.

Z. — Redzu, ka tu viegli iejuties elektrona lomā. Lai atgrieztos pie tīkliņa nobīdes jautājuma, samontēsim shēmu



¹ Sprieguma kritums (volts) vienlīdzīgs strāvas (ampēros) un pretestības (omos) reizinājumam: $U = IR$. Tā ir cita izteiksme Oma likumam, ko pirmajā sarunā mēs formulējām kā $I = U/R$ un kas no šīs formulas tieši arī izriet. Tā, piemēram, 3 A strāva, plūstot caur 5 Ω pretestību, rada 15 V lielu sprieguma kritumu.



50. zīm. Anodstrāva, izplūstot cauri pretestībai R , rada sprieguma kritumu, kas, izrādās, ir pievadīts starp tikliņu un radiolampas katodu.



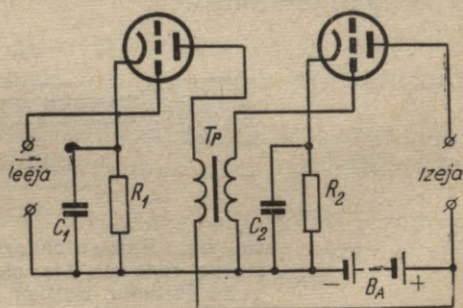
(50. zīm.), ieslēdzot nepieciešamā lieluma pretestību R anodstrāvas ceļā starp katodu un anodsprieguma avota negatīvo polu. Elektronu plūsma radiolampā virzās no katoda uz anodu, bet ārējā ķēdē elektroni plūst caur saites transformatora T_r primāro tinumu, anodsprieguma avotu un pretestību R , tā atgriežoties katodā. Plūstot cauri pretestībai, elektroni uz tās galiem veido sprieguma kritumu, pie tam pretestības apakšējais gals, izrādās, ir negatīvs attiecībā pret augšējo.

Tikliņš pievienots apakšējam pretestības galam, katods — augšējam. Tādējādi tikliņam attiecībā pret katodu būs negatīvs spriegums.

N. — Tas, izrādījās, ir diezgan vienkārši. Bet kādam nolūkam ir kondensators C ?

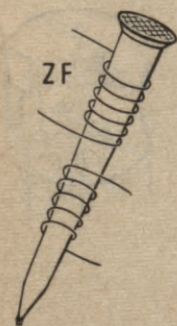
Z. — Neaizmirsti, ka radiolampas anodstrāva ir līdzstrāva tikai līdz tam brīdim, kamēr uz tikliņa ir līdzspriegums. Tikliņam pievadot maiņspriegumu, arī anodstrāva anodķēdē sāk izmainīties ar to pašu frekvenci. Mainīgā anodstrāva ar lielām pūlēm izklūst cauri pretestībai, taču kondensators šai strāvai ir daudz ērtāks ceļš. Tāpēc saka, ka caur kondensatoru C plūst anodstrāvas mainīgā komponente.

N. — Tātad, lai iegūtu nobīdes spriegumu, katras pastiprinātājas radiolampas katodā jāieslēdz pretestība?



51. zīm. Divlampu pastiprinātājs, kurā tikliņu nobīdes spriegumus veido pretestības R_1 un R_2 .

Z. — Protams. Piemēra dēļ tev uzzīmēšu pastiprinātāja shēmu ar divām radiolampām (51. zīm.). Tās savstarpēji saistītas caur transformatoru T_r . Pirmā nobīdes spriegumu iegūst no pretestības R_1 , otrā — no pretestības R_2 .



ZEMFREKVENCES UN AUGSTFREKVENCES TRANSFORMATORI

N. — Bet kas tā par treknu līniju, ko tu esi iezīmējis starp transformatora tinumiem?

Z. — Tā shēmās apzīmē serdeņus zemfrekvences transformatoros. Tā kā magnētiskais lauks labāk izplatās caur serdeni

nekā caur gaisu, uz serdeņa uztītā tinuma induktivitāte paliecinās. Lai caur tinumu plūstošā maiņstrāva neinducētu strāvas pašā serdenī, to saliek no plānām, izolētām plāksnītēm.

N. — Bet kāpēc serdeņus ievieto tikai zemfrekvences transformatoros?

Z. — Tāpēc, ka augstfrekvences strāvas, bieži mainoties, serdenī rada ievērojamus zudumus. Tāpēc augstās frekvencēs priekšroku dod transformatoriem bez serdeņiem.

N. — Vai tomēr nevar inducētās strāvas samazināt līdz minimumam, pagatavojot serdeņus, kuriem ir liela pretestība pret šīm strāvām? Varētu, piemēram, serdeni izveidot no mazām dzelzs daļiņām, kas izolētas cita no citas.

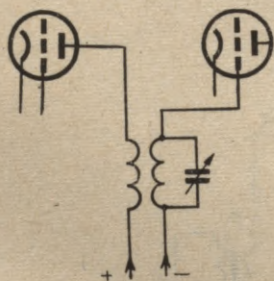
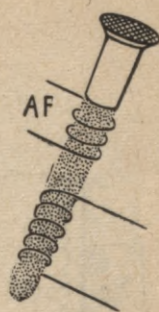
Z. — Tā bieži arī rīkojas. Augstfrekvences transformatoru serdeņus presē no speciālas masas, kura sastāv no dzelzs oksīda pulvera, kas sajaukts ar izolācijas materiālu.

N. — Vārdu sakot, zemfrekvences un augstfrekvences pastiprinātāji, ja es pareizi saprotu, atšķiras pēc transformatora serdeņa uzbūves. Pirmajā gadījumā tas ir transformatoru skārds, otrajā — gaiss vai dzelzs pulveris.

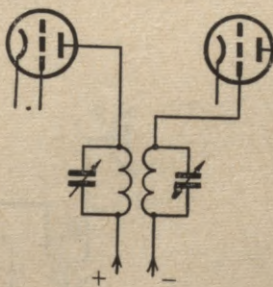
Z. — Nē, atšķirības ir daudz dziļākas. Kad pastiprinām zemfrekvences strāvas, sevišķa uzmanība jāpievērš tam, lai visas frekvenču svārstības pastiprinātos vienmērīgi un nerastos proporcionālītātes traucējumi atsevišķu svārstību atskaņošanas intensitātē. Mēs neesam ieinteresēti, lai kaut kāds tonis izceltos uz citu rēķina.

Kas attiecas uz augstfrekvenci, tad mums ir ļoti svarīgi atstāt tikai to strāvu, kuras frekvence atbilst mūsu uztvertai raidstacijai, izslēdzot citu frekvenču strāvas.

N. — Tātad augstfrekvences pastiprināšanai izmanto selektīvus saites kontūrus, citiem vārdiem, noskaņotus kontūrus?

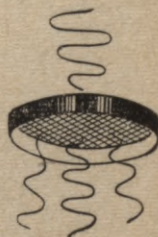


52. zīm. Saites augstfrekvences transformators ar noskaņotu sekundāro tinumu.



53. zīm. Saites augstfrekvences transformators ar diviem noskaņotiem tinumiem (joslu filtrs).

Z. — Protams. Selektivitātes paaugstināšana, kas uzsākta antenas noskaņotajā kontūrā, jāturpina ar saites kontūru sistēmu augstfrekvences pastiprinātājā. Mēs izmantosim selektīvus transformatorus, noskaņojot vienu (52. zīm.) vai pat abus tinumus (53. zīm.). Šādi transformatori laiž cauri tikai tās strāvas, kuru frekvence atbilst kontūru rezonanses frekvencei, izslēdzot citas.



PRETDARBĪBAS IZMANTOŠANAS MĀKSLA

N. — Mani samulsina viens apstāklis. Ja jau maiņstrāva transformatora primārajā tinumā izraisa maiņsprieguma inducēšanos uz sekundārā tinuma galiem, kāpēc tad izmanto tikai vienu no sekundārā tinuma galiem?

Z. — Ko tu ar to gribi teikt?

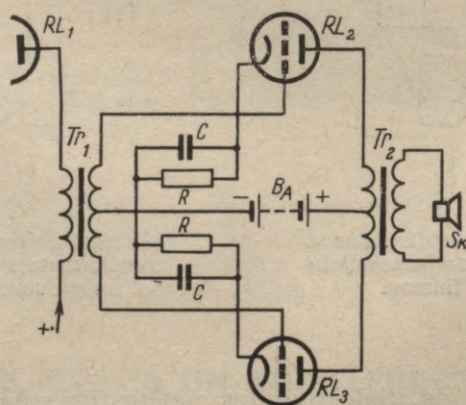
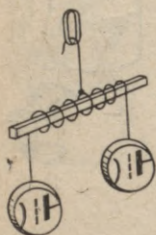
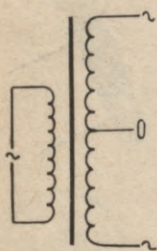
N. — Rodas jautājums, vai nevar izvilkt tieši no sekundārā tinuma puses atvadu un iezemēt to. Šai gadījumā spriegums uz katra tinuma gala pamīšus mainītu zīmi attiecībā pret viduspunktu (kuru, ja es pareizi sapratu, var uzskatīt kā nulles potenciāla punktu).

Z. — Tas, draudziņ, tiešām tā arī ir. Tāds slēgums līdzīgs šūpolēm — dēlim, kas vidū atbalstīts. Kad bērnš, kas sēž dēļa vienā galā, paceļas augšup, otrs — pretējā galā laižas lejup, un otrādi. Tava ideja ir lieliska. Var tiešām pievadīt pretējās polaritātes spriegumus, kas rodas uz sekundārā tinuma galiem, uz divu radiolampu tīkliņiem. Tā iegūst simetrisko jeb prettakta shēmu (radioamatieru žargonā to agrāk dēvēja par pušpula shēmu¹).

N. — Vēl viens izgudrojums, ko man nozagal Nu, nekas. Apmierināsimies ar to, ka radiolampas šūpojas šūpolēs. Tomēr man nepatīk anodstrāvu sadalījums šais lampās. Ja vienā lampā anodstrāva pieaug, spriegumam uz tīkliņu palielinoties, otrā — anodstrāvai jāsamazinās, jo spriegums uz tās tīkliņa samazinās. Ko šeit lai dara?

Z. — Tad lūk, kas tev nedod miera, nabaga Nezinīt. Taču izeja no šī stāvokļa ir ļoti vienkārša. Jāpievieno tikai radiolampu anodi cita transformatora galiem, kura tinuma viduspunktam pievadīts anodspriegums (54. zīm.).

N. — Vai daudz mēs no tā iegūsim? Kā, tu gribi, lai šāda shēma darbotos? Abu anodstrāvu darbība taču savstarpēji kompensējas, jo, vienai palielinoties, otra samazinās, un otrādi.



54. zīm. Prettakts pakāpes shēma.

¹ No angļu *push* — stumt un *pull* — vilkt. (Tulk. piez.)

Z. — Tu vienkārši neievēroji, ka šo strāvu virziens tāpat ir pretējs — no abiem tinuma galiem uz vidu. Tāpēc, vienai strāvai palielinoties, tā plūst pa vijumiem vienā virzienā, bet otra samazinoties plūst pa vijumiem pretējā virzienā. Tātad šo strāvu radītie efekti, citiem vārdiem, sekundārā tinuma inducētās strāvas, summējas.

N. — Liekas, tev taisnība, jo divi noliegumi ekvivalenti apstiprinājumam. Bet atļauj man metodiski izanalizēt shēmas darbību. Pieņemsim, ka strāva caur radiolampu RL_2 pieaug, bet caur RL_3 samazinās.

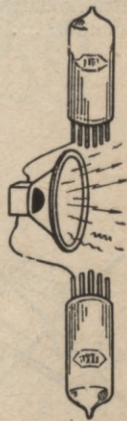
Z. — Lai radiolampas RL_2 strāva otrā transformatora primārajā tinumā plūst pulksteņa rādītāja virzienā, bet RL_3 strāva — pretēji pulksteņa rādītājam. Kas šādā gadījumā notiks?

N. — Indukcijas likumus nevar grozīt. Radiolampas RL_2 augošā strāva inducēs sekundārajā tinumā pretēja virziena strāvu, t. i., preti pulksteņa rādītāja virzienam.

Z. — Bet radiolampas RL_3 strāva?

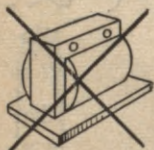
N. — Tā kā šī strāva samazinās, inducētajai strāvai jāplūst tai pašā virzienā, t. i., atkal preti pulksteņa rādītāja virzienam. Pārsteidzoši! Abu inducēto strāvu virzieni ir vienādi! ... Bet kādos gadījumos izmanto prettaks shēmas?

Z. — Galvenokārt izejas pakāpēs, lai skaļrunim Sk pievadītu jaudu, kas pastiprināta abu radiolampu kopējas darbības rezultātā. Bet es baidos, ka tad, ja mēs šovakar turpināsim kopējo darbu, mūsu secinājumu «jauda» kritīsies ...



Viss noris, kā vajag. Nezinis iepazīstas ar dažādām starppakāpju saites metodēm radiouztvērējā. Viņš viegli atrod tām pielietojumu konkrētā gadījumā: saitei starp detektora diodi un zemfrekvences pastiprinātāja pirmo pakāpi. Vēl vairāk — viņš atkal no jauna atklāj to, ko sauc par tīkliņa detektēšanu. Bet kādēļ pirms šī termina noskaidrošanas Zīnim draudzīgā sarunā savu draugu dzīt vislielākajā izmisumā? ...

BĪSTAMĀS SAITES



Zinis. — Pēdējo reizi mēs aplūkojām pastiprinātāja darbību ar transformatora saiti. Bet man tev jāatzīstas ...

Nezinis. — Pagaidi! Man šķiet, es jau noskārstu, ko tu gribi sacīt; laikam ir vēl citi pastiprinātāju veidi. Vai nav tā?

Z. — Jā, bet kā tu to uzminēji?

N. — Varbūt tas ir muļķīgi, bet man galvā iesāvēs lieliska doma. Es domāju, ka, iekārtojot saiti starp radiolampām, var ļoti labi iztikt arī bez transformatora. Pagājušo reizi tu sacīji, ka strāva, plūstot cauri pretestībai, rada uz tās sprieguma kritumu. Bet, ja jau strāva izmainās, tad, domāju, ka spriegums uz pretestības galiem tāpat mainīsies.

Z. — Tā tas tiešām ir.

N. — Bet ko tad mums vēl vajag? Lūk, līdzeklis, kā jāpārveido pirmās radiolampas anodstrāvas izmaiņas sprieguma izmaiņās, kurš jāpievada starp katodu un tīkliņu otrajai radiolampai. Pirmās radiolampas anodķēdē jāieslēdz pretestība, jāiegūst uz tās sprieguma kritums un tā jāpievada starp otrās radiolampas tīkliņu un katodu (55. zīm.).

Z. — Lēnāk, draudziņ. Principā tā ir lieliska ideja. Taču nevar tieši savienot otrās radiolampas tīkliņu ar pirmās radiolampas anodķēdē ieslēgto pretestību.

N. — Kāpēc nevar?

Z. — Tāpēc, ka šī pretestība savienota ar anodsprieguma avota pozitīvo polu. Ja mēs savienosim pretestību ar tīkliņu, kā tu ierosināji, tad augstais pozitīvais spriegums nokļūs arī uz otrās radiolampas tīkliņa. Tas ir bīstams saites veids.

N. — Kāpēc bīstams?

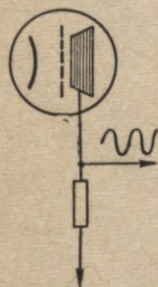
Z. — Ak, nelaimīgais! Tu laikam jau esi aizmirsis, ka pastiprinātāja radiolampas tīkliņa potenciālam vienmēr jābūt negatīvam. Pozitīvo spriegumu rajons tīkliņam ir aizliegtā zona. Ja tu dotajā gadījumā otrās radiolampas tīkliņam pievadīsi tikpat augstu pozitīvu spriegumu, kāds ir pirmās radiolampas anodam, tad otrā radiolampa darbosies piesātinājuma režīmā.

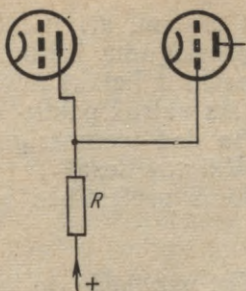
N. — Tiešām, pārāk pozitīvais tīkliņš pievilks visus katoda emitētos elektronus.

Z. — Tagad tu redzi, kādas sekas izraisījis tavs nepilnīgais projekts.

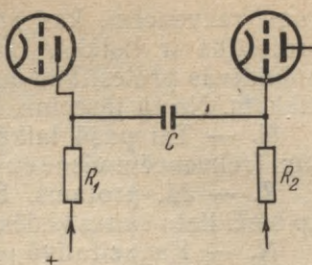
N. — Tas nozīmē, ka neko nevar līdzēt?

Z. — Nē, tā tas nav. Otrās radiolampas tīkliņam jāpievada tikai maiņspriegums, bet to viegli izdarīt, izmantojot kondensatoru. Kondensators C , kas ieslēgts starp pretestību R_1 un otrās radiolampas tīkliņu (56. zīm.), izolē tīkliņu no anodsprieguma avota pozitīvā pola, bet kondensatora kapacitāte sprieguma mainīgai komponentei dod iespēju brīvi nokļūt uz tīkliņa.





55. zīm. Spriegumu, ko rada uz pretestības R pirmās radiolampas anodstrāva, pievada otrās radiolampas tīkliņam.



56. zīm. Saite ar pretestību un kapacitāti.

R_1 — pretestība anodkēdē; C — saites kondensators; R_2 — pretestība tīkliņkēdē.



N. — Bet kādam nolūkam vajadzīga pretestība R_2 ?

Z. — Ja šīs pretestības nebūtu, daļa elektronu ieķertos tīkliņā, kas «no līdzstrāvas redzes viedokļa» būtu pilnīgi izolēts. Šie elektroni radītu uz tīkliņa tik lielu negatīvu potenciālu, ka tas sāktu ierobežot caurplūstošo anodstrāvu un radiolampa izrādītos «paralizēta», aizvērta. Lai tas nenotiktu un elektroni varētu brīvi no tīkliņa noplūst, tad arī lieto pretestību R_2 , ko sauc par noplūdes pretestību (dažreiz to dēvē arī par gridliku no angļu *grid* — tīkliņš un *leak* — noplūde, tecēšana. — *Tulk. piez.*). Pievienojot šo pretestību anodsprieguma avota negatīvajam polam, tīkliņa potenciālu stabilizē.

N. — Tas nozīmē, ka maiņspriegumu otrās radiolampas tīkliņam pievada caur saites kondensatoru C , bet nemainīgo nobīdes spriegumu, kas nosaka darba punktu, — caur pretestību R_2 ?



REAKTĪVO PRETESTĪBU VALSTĪBĀ

Z. — Pareizi. Starppakāpju saiti, izmantojot kondensatoru un pretestību, sauc par pretestību-kondensatoru saiti. Taču aktīvās pretestības R_1 vietā var izmantot jebkura veida reaktīvo pretestību, uz kuras anodstrāvas mainīgā komponente radīs maiņsprieguma kritumu.

N. — Bet vai var, piemēram, izmantot induktīvo pretestību?

Z. — Protams. Dažreiz zemfrekvences pastiprinātājā izmanto saiti ar droseļi (57. zīm.). Šādā gadījumā induktivitātes spoļe L ir ar serdeni.

N. — Bet kurš no šiem saites veidiem ir labāks?

Z. — Tas atkarīgs no apstākļiem. Katram saites veidam ir savas priekšrocības un trūkumi.

Pretestību-kondensatoru saites galvenais trūkums ir lielais līdzsprieguma kritums uz pretestības R_1 (56. zīm.). Tādējādi radiolampas anodam paliek tikai neliela daļa no kopējā anodsprieguma avota sprieguma.

Droseles saite gandrīz nerada līdzstrāvas sprieguma kritumu, bet tai ir cits trūkums. Pastiprinātājs ar droseles saiti nevienādi pastiprina dažādas zemfrekvences svārstības.

N. — Kāpēc tā?

Z. — Vai tad tu aizmirsi, ka spoļes induktīvā pretestība ir atkarīga no strāvas frekvences. Tāpēc arī notiek tā, ka augstā-





kām frekvencēm, kas atbilst augstajiem toņiem, arī induktīvā pretestība ir lielāka. Un tāpat arī maiņsprieguma kritums uz induktīvās pretestības augstākām frekvencēm ir lielāks nekā zemākām. No tā jāsecina, ka augstie toņi tiks vairāk pastiprināti.

N. — Tai pašā laikā aktīvā pretestība dod vienmērīgu, visām frekvencēm vienādu pastiprinājumu. Vai nav tiesa?

Z. — Jā, protams. Beidzot, ir vēl viens pretestības veids, ko bieži lieto saites ķēdēs.

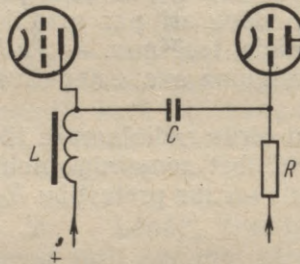
N. — Kapacitatīvā pretestība?

Z. — Nē. Kondensatoru nedrīkst ieslēgt anodķēdē, jo tad uz pirmās radiolampas anoda nenokļūs anodsprieguma avota barošanas spriegums.

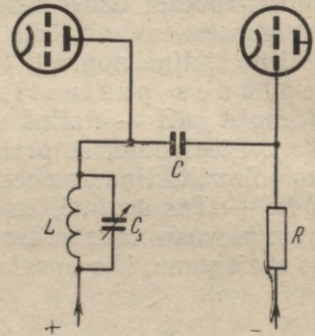
N. — Tādā gadījumā es nezinu, kādu vēl pretestības veidu tu domā, un atsakos tālāk minēt.

Z. — Atgādinu tev, ka svārstību kontūru var uzskatīt par īpatnēju pretestību, kuras lielums ir maksimāls frekvencēm, kurām kontūrs noskaņots.

N. — Par to neesmu padomājis. Tātad var veidot saiti, izmantojot par slodzes pretestību kontūru LC_1 (58. zīm.). Tāda saite acīmredzot noderīga tikai augstfrekvences pastiprināšanai?



57. zīm. Saite ar induktīvu pretestību (drosele ar serdeni).

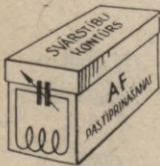


58. zīm. Saite ar svārstību kontūru LC_1 .

C — atdalītājs (jeb saites) kondensators; R — tīklina noplūdes pretestība.

Z. — Protams. Tagad tu redzi, ka tas ir ļoti selektīvs saites veids, tāpēc ka tikai rezonanses frekvences strāvas radīs uz kontūra spriegumu, kas tiks tālāk caur atdalītāju kondensatoru C padots uz nākamās radiolampas tīkliņu.

N. — Man šķiet, ka esmu labi izpratis galvenos saites veidus, kurus tu izskaidroji. Taču baidos, ka nemācēšu tos lietot detektora diodes shēmā. Man nav skaidrs, kur diodei ir ieeja un kur izeja?



IPAŠS GADIJUMS

Z. — Tiešām, tas ir mazliet īpašs gadījums, bet tā atrisinājums ir ļoti vienkāršs. Tu atceries, ka diodei ir vienvirziena vadāmība, tāpēc ķēdē katods-anods rodas vienāda vērsuma impulsi, kuri uzkrājas mazajā kondensatorā, un caur telefona ausiņām plūdis zemfrekvences strāva.

N. — Jā. Bet, tā kā runa ir par šīs strāvas secīgu pastiprināšanu, telefona ausiņu aiz diodes nebūs.

Z. — Protams. Telefona aus-
tiņu vietā ielēgsim pretestību R_1 ,
saglabājot arī kondensatoru (rezer-
vuāru) C_1 (59. zīm.). Pretestībai R_1
cauri plūstošā zemfrekvences
strāva uz tās radīs maiņspriegumu,
ko caur saites kondensatoru C_2
pievada zemfrekvences pastiprinā-
tāja pirmās radiolampas tīkliņam.

N. — Bet pretestība R_2 ? ...

Z. — Tā ir klasiskā no-
plūdes pretestība, ko tu diemžēl uzreiz
neesi pazinis.

N. — Tieši otrādi, es ļoti labi
redzu, ka R_2 ir pastiprinošās ra-
diolampas no-
plūdes pretestība.

Z. — Nu lūk, lieliski! ... Ie-
vēro, ka svārstību kontūru var
ieslēgt ne tikai anodķēdē, kā tas
parādīts zīmējumā, bet arī katod-
ķēdē.

N. — Tas ir saprotams. Jo kā
vienā, tā otrā gadījumā svārstību kontūrs noteiks mainīgo po-
tenciālu starpību starp diodes elektrodiem.

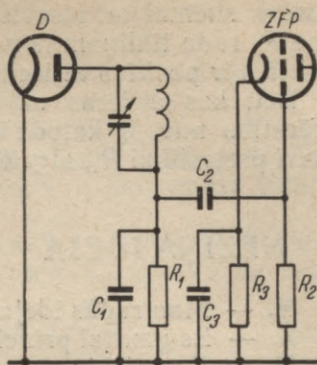
Z. — Var vēl piebilst, ka vakuuma diodi var aizvietot ar pus-
vadītāju diodi (60. zīm.).

N. — Citiem vārdiem, nevis ar nestabilo galenīta, bet ar
germānija vai silīcija diodi.

Z. — Jā. Starp citu, varu vēl pieminēt, ka atsevišķas de-
tektora radiolampas (diodes) un zemfrekvences pastiprinātāja
(triodes) vietā bieži lieto kombinēto radiolampu diodi-triodi,
kurai abas elektrodu sistēmas ievietotas vienā balonā. Turklāt
izrādījās, ka iespējams šādu radiolampu vienkāršot un izveidot
kopēju katodu kā diodei, tā arī triodei.

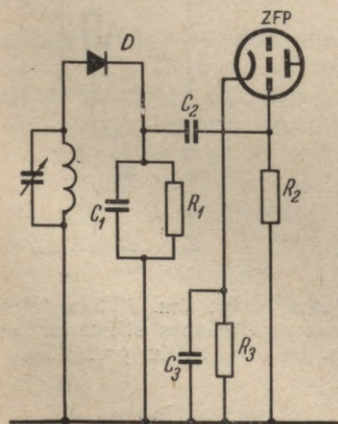
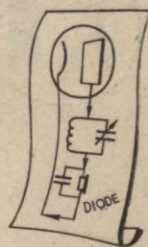
N. — Tātad šī radiolampa dod iespēju samazināt uztvērēja
izmērus un ietaupa enerģiju kvēles barošanai!

Z. — Shēma, izmantojot diodi-triodi (61. zīm.), ir pilnīgi

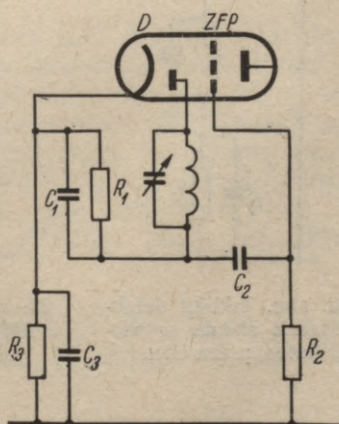


59. zīm. Saite starp detektora
diodi D un zemfrekvences pastip-
rinātāja ZFP triodi.

Spriegums uz R_1C_1 tiek pārvadīts uz
 ZFP triodes tīkliņu caur kondensa-
toru C_2 ; R_2 — tīkliņa no-
plūdes pre-
testība; R_3C_3 — tīkliņa nobīdes
sprieguma ķēde.



60. zīm. Pusvadītāju diode var
aizvietot diodi-radiolampu 59. zī-
mējumā.



61. zīm. Abas radiolampas 59.
zīmējumā apvienotas vienā kom-
binētā diodē-triodē (detālas tā-
das pašas kā 59. zīm.).





līdzīga shēmai ar atsevišķu diodi un triodi. Ievēro, ka pretestība R_3 rada tīkliņam negatīvu nobīdes spriegumu, jo katoda potenciāls ir pozitīvs attiecībā pret barošanas avota negatīvo polu.

Bet, kas attiecas uz diodes anodu, tad tam, gadījumā, ja svārstību nav, ir katoda potenciāls, jo diodes strāva, izplūstot cauri pretestībai R_1 , atgriežas tieši katodā.

NEZIŅA IDEJA

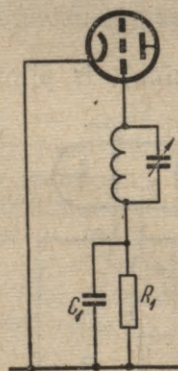
N. — Man radās ideja.

Z. — Es gan tai principā neticu. Bet izstāsti.

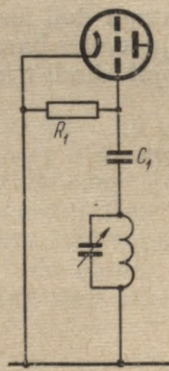
N. — Es vaicāju pats sev, vai nevar turpināt vienkāršošanu un apvienot, piemēram, diodes anoda un triodes tīkliņa funkcijas. Tad augstfrekvences spriegums, kas pievadīts starp tīkliņu un katodu (62. zīm.), tiks iztaisnots kā parastā diodes detektēšanas shēma. Triodes tīkliņš šajā gadījumā funkcionēs kā diodes anods, bet zemfrekvences spriegums, kas radīsies uz pretestības R_1 un uzkrājēja-kondensatora C_1 , izrādīsies, būs pievadīts starp triodes tīkliņu un katodu, un tāpēc radiolampa darbosies kā zemfrekvences pastiprinātājs...

Z. — Gluži otrādi. Mani uzjautrina tas, ka tu tikko no jauna esi atklājis un ļoti labi izskaidrojis agrāk ļoti plaši izplatīto detektēšanas veidu, ko nosauca par tīkliņa detektēšanu.

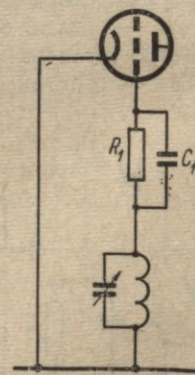
Kā tu to ļoti labi uztvēri, runa ir nevis par jaunu detektēšanas veidu, bet pēc būtības par diodes detektēšanas un zemfrekvences pastiprināšanas apvienojumu, turklāt tam viens un tas pats elektrods (tīkliņš) noder gan kā diodes anods, gan arī kā triodes tīkliņš. Taču šo vienkāršo un loģisko izskaidrojumu neatrada tie radiotehniķi, kas šāda detektēšanas veida izskaidrošanai izmantoja visādus tukšus un miglainus izdomājumus.¹



62. zīm. Tīkliņa detektēšanas shēma ar virknes pretestību.



63. zīm. 62. zīmējuma tīkliņa detektēšanas shēmas variants.



64. zīm. Tīkliņa detektēšanas shēma ar paralēlu pretestību.

¹ Termins «tīkliņa detektēšana» ir pareizs un vispāratzīts. Starp tīkliņa detektoru un diodes detektoru kombinējumā ar pastiprinātāju, neraugoties uz lielo līdzību, ir arī būtiska atšķirība, ko grāmatas autors pareizi izskaidro divpadsmitās sarunas komentāros. (Red. piez.)

N. — O, es arī turpmāk varu izskaidrot visas radiotehnikas problēmas.

Z. — Neesi tik iedomīgs, manu dārgo Nezinīt, citādi es tev nerādīšu īsto tikliņa defektēšanas shēmu.

N. — Vai tad tā atšķiras no manējās?

Z. — Principā ne. Bet, lai montāža būtu ērta, svārstību kontūrs ar pretestību R_1 un kondensatoru C_1 jāapmaina vietām (63. zīm.). Faktiski tas neko negroza.

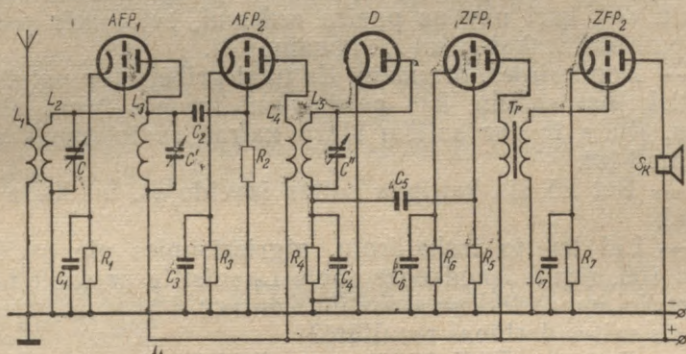
Starp citu, vēl labāk tikliņu savienot ar katodu tieši caur pretestību R_1 , kā tas parādīts 64. zīmējumā, un nevis caur svārstību kontūru.

Bet kas tie par ķeburiem, kurus tu tur skrāpē?



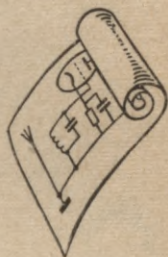
NEZIŅA SHĒMA

N. — Tavu komplimentu iedvesmots, es uzzīmēju pieclampu radiouztvērēja shēmu (65. zīm.). Kā redzi, tajā ir divas augstfrekvences pastiprinātāja pakāpes (AFP_1 un AFP_2). Saiti starp



65. zīm. Neziņa shēma.

R_1, R_3, R_6, R_7 — nobīdes pretestības; C_1, C_3, C_6 un C_7 — šuntējošie kondensatori; R_2, R_5 — tikliņa noplūdes pretestības.



abām pakāpēm veido svārstību kontūrs L_3C' un saites kondensators C_2 . Otro augstfrekvences pastiprinātāja radiolampu ar diodi D saista augstfrekvences transformators L_4L_5 , kuram sekundārais tinums noskaņots ar kondensatoru C'' . Detektētais un uz pretestības R_4 izdalītais zemfrekvences spriegums pievādīts zemfrekvences pastiprinātāja (ZFP_1) pirmās radiolampas tikliņam. Zemfrekvences spriegums caur transformatoru Tr iedarbojas uz pēdējo radiolampu (ZFP_2), kuras anodķēdē ieslēgts skaļrunis Sk .

Vai mana shēma ir pareiza?

Z. — O, protams, tā ir pilnīgi pareiza. Bet, ja tu pēc šīs shēmas samontēsi radiouztvērēju, ļoti iespējams, ka tas slikti darbosies.

N. — Bet kāpēc?

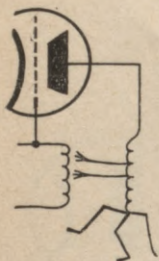
Z. — Tāpēc, ka šai shēmā ir elementi, kas nemaz nav parādīti, bet to kaitīgums no tā nemazinās.

N. — Es jūtu, ka no taviem secinājumiem man sāk sāpēt galva.



Sai sarunā tiek aplūkota atgriezeniskā saite, kas atkarībā no tās darbības veida var radiouztvērēja darbību vai nu uzlabot, vai arī pasliktināt. No dažādiem atgriezeniskās saites regulēšanas veidiem Zinis izskaidro tikai galvenos. Nezinis beidzot priecīgs iepazīties ar dažām daudztikliņu radiolampām: lampu ar ekranējošo tikliņu — tetrodu un lampu ar trim tikliņiem — pentodi. Vai jūs arī vēlaties ieklausīties viņu sarunā? ...

PAR ATGRIEZENISKO SAITI



Nezinis. — Tu man gatavo te aukstu, te karstu dušu, gan mani cildinot, gan ar savu ironiju satriecot manas radošās radiotehniskās domas.

Zinis. — Neesi tik augstprātīgs, Nezinīt, un saki, kad es biju netaisnīgs pret tevi.

N. — Pagājušo reizi es, tiesa, ar lielām pūlēm, uzzīmēju lielisku radiouztvērēja shēmu. To pārbaudījis, tu mani uzslavēji, bet tad pēkšņi vēsi pateici, ka radiouztvērējs nedarbosies «to elementu dēļ, kuri nav uz papīra redzami, bet tomēr pastāv». Tas ir pateikts neskaidri un ... apvainojoši.

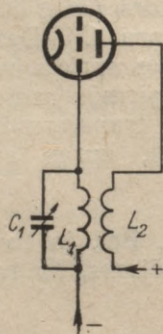
Z. — Nomierinies, draudziņ. Es tikai gribēju tev pateikt par parazitiskajām saitēm, kas neizbēgami traucēs tavas shēmas darbību. Runa ir par saitēm starp katras radiolampas anoda un tikliņa ķēdi.

N. — Bet kā šīs kaitīgās saites izveidojas, un kāda ir to darbība?

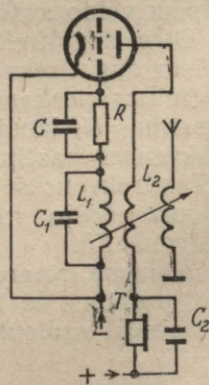
Z. — Lai tev to izskaidrotu, atgriezīsimies pie oscilatora shēmas (66. zīm.). Anodķēdes spole L_2 saistīta ar spoli L_1 , kas veido radiolampas tikliņa svārstību kontūru. Vai tu atceries, kas notiek šīs saites darbības rezultātā?

N. — Protams. Tikliņķēdē un anodķēdē rodas svārstības, un oscilators pārvēršas par mazu raidītāju.

Z. — Tā tas ir, tikai ar noteikumu, ja saite starp abām spolēm ir pietiekami stipra. Ja toties saite ir vāja, tad svārstību ne-



66. zīm. Oscilatora shēma.
 L_1 — spole tikliņķēdē;
 L_2 — spole anodķēdē.



67. zīm. Reģeneratīvais detektors ar atgriezenisko saiti. To regulē, izmainot saiti starp spolēm L_1 un L_2 .

būs, bet šis gadījums mums tāpat ir ļoti interesants. Jo taču šādā gadījumā mums būs induktīva anodķēdes iedarbība uz tīkliņķēdi, t. i., izejas ķēdes iedarbība uz ieejas ķēdi, ko sauc par atgriezenisko saiti vai atgriezenisko reakciju.

N. — Vārdu sakot, tas ir kaut kas līdzīgs senatnes gudrības simbolam — čūskai, kas pati sev kož astē.

Z. — Ja tev tā patīk... Iedomājies, ka šāda radiolampa ar atgriezenisko saiti radiouztvērējā izmantota pastiprinātāja pakāpē (67. zīm.).

Uz kontūra L_1C_1 augstfrekvences signāls rada vāju spriegumu, kas jāpastiprina. Pie tam caur spoli L_2 plūdis pastiprinātas anodķēdes strāvas, kas savukārt inducēs spriegumu tīkliņspolē L_1 . Ja atgriezeniskās saites spole L_2 ievietota pareizi attiecībā pret spoli L_1 , tad augstfrekvences spriegums, ko spole L_2 inducē spolē L_1 , pastiprinās sākotnējo tīkliņspoles spriegumu.

N. — Tādējādi anodspoles L_2 iedarbība uz kontūra spoli, ja es pareizi sapratu, pastiprinās svārstības spolē L_1 . Bet tādā gadījumā šis pastiprinātās svārstības pastiprinās radiolampa, kas izraisīs atgriezeniskās saites spolē L_2 vēl lielāku strāvu. Šī strāva indukcijas dēļ vēl vairāk pastiprinās svārstības tīkliņspolē utt. Tātad pastiprinājums pieaugs bezgalīgi?!

Z. — Neuztraucies, draudziņ, palielinoties svārstību amplitūdai tīkliņķēdē, vienlaicīgi palielinās arī zudumi (tos nosaka aktīvā pretestība un citi faktori), kas galu galā pilnīgi kompensēs jaudu, kas nāk no anodķēdes. Un tomēr pastiprinājums, ko rada atgriezeniskā saite, ir ļoti liels, sevišķi, ja saite ir tik liela, ka radiolampa atrodas uz svārstību ģenerēšanas robežas jeb, kā saka, uz pašsvārstību sliekšņa.

KĀ REGULĒT ATGRIEZENISKĀS SAITES LIELUMU

N. — Atgriezeniskā saite man atgādina oda kodienus.

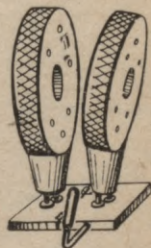
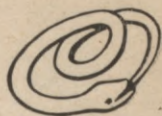
Z. — Atzīstos, ka neredzu šeit nekāda sakara ar odiem.

N. — Un tomēr tas taču skaidrs. Kad tev iekož ods, tu sāc kasīt iekosto vietu, jo tā niez, taču tas nepalīdz un niezēšana pastiprinās. Tad tu sāc skrāpēt sevi vēl niknāk, no kā sakostā vieta niez vēl vairāk... Pēc tam tu zaudē jebkuru piesardzību... un viss beidzas ar asinsizliešanu... Tieši tāpat vājās svārstības tīkliņķēdē pastiprinās pastiprinātās anodstrāvas indukcijas iedarbības rezultātā. Pie tam strāva anodķēdē pastiprinās vēl vairāk, bet tā savukārt vēl vairāk pastiprina svārstības tīkliņķēdē. Tomēr šai gadījumā viss nebeidzas ar asinsizliešanu, jo zudumi tīkliņķēdē ierobežo pastiprinājumu; tā vajadzētu rīkoties mūsu saprātam, ja iekodis ods.

Z. — Atstāsim odus un atgriezīsimies pie mūsu sarunas temata. Es jau tev teicu, ka atgriezeniskā saite ir visefektīvākā, kad saite starp anodķēdi un tīkliņķēdi radiolampu uztur uz pašierosināšanās sliekšņa.

N. — Man liekas, ka to sasniegt ļoti viegli. Reizi par visām reizēm jāizvieto spoles L_1 un L_2 tādā attālumā, lai atgriezeniskā saite neizraisītu svārstības.

Z. — Bet šī saite, kas derīga kaut kādas raidstacijas frekvencei, var izrādīties nederīga kādai citai raidstacijai. Tu aiz-



mirsi, ka indukcija atkarīga no strāvas frekvences, ka tā palielinās līdz ar frekvenci. Tādējādi atgriezeniskā saite, kas būs optimāla, uztverot doto raidstaciju, būs pārāk liela, uztverot augstākas frekvences, un nepietiekama, uztverot zemākas frekvences radioviļņus.

N. — Tas atkal kļūst velnišķīgi sarežģīti, un es neredzu līdzekļus, kas šīs pretrunas novērstu.

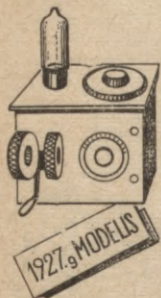
Z. — Un tomēr tas ir ļoti vienkārši! Atliek tikai izveidot atgriezenisko saiti maināmu, piemēram, izmainot atgriezeniskās saites spoles L_2 stāvokli attiecībā pret tīkliņspoli L_1 , kā tas parādīts 67. zīmējumā. Seit attēlota detektora radiolampa ar atgriezenisko saiti (tā saucamais reģeneratīvais detektors vai reģenerators), kas divdesmito gadu vidū starp radioamatieriem bija ļoti iecienīta shēma.

Radiolampa darbojas tā saucamā tīkliņa detektēšanas režīmā. Tās anodķēdē ir spole L_2 , kas ir grozāma attiecībā pret spoli L_1 (to norāda bultiņa, kas šķērso abas spoles).

N. — Es nedomāju, ka šāds spoles pārvietošanas veids ir pietiekami ērts.

Z. — Tas tomēr būtu ļoti aizraujošs sports. Taču, protams, tika atrasti arī daudz praktiskāki atgriezeniskās saites regulēšanas veidi. Tā, piemēram, izrādījās, ka ļoti derīgi atgriezeniskās saites regulēšanai izmantot maiņkondensatoru.

N. — Atzīstos, ka par šādu iespēju es nebiju iedomājies.



KONDENSATORS ŪDENSKRĀNA LOMĀ

Z. — Redzi, draudziņ, reģeneratīvā detektora (reģeneratora) anodstrāva sastāv no trim dažādām komponentēm. Vispirms ir līdzstrāvas komponente. Tad ir arī zemfrekvences (skaņu frekvences) komponente, kas rodas detektēšanas procesā. Beidzot, ir augstfrekvences komponente, ko veido vienāda vērsuma augstfrekvences strāvas impulsi, kuru uzkrāšanās rada zemfrekvences komponenti.

Tieši šī augstfrekvences komponente tad arī veido atgriezeniskās saites efektu. Bet šim nolūkam to labāk atdalīt no divām pārējām komponentēm...

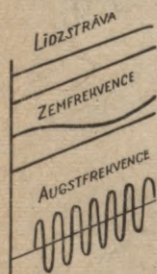
N. — Kādā veidā?

Z. — Lūk, shēma (68. zīm.), kas liek anodstrāvai plūst pa diviem dažādiem ceļiem. Viens ceļš, kas apzīmēts ar AF , ved caur mazas kapacitātes kondensatoru C_2 , kas, kā zināms, nelaiž cauri ne līdzstrāvu, ne zemfrekvences mainīgo komponenti. Turpretī augstfrekvences komponente atkarībā no kondensatora C_2 kapacitātes lieluma vairāk vai mazāk izklūs cauri kondensatoram un aizņems visu ceļu.

N. — Cik jauki, es saprotu! Maiņkondensators C_2 uz augstfrekvenci iedarbojas kā krāns, kuru var atgriezt vairāk un atkal aizgriezt. Ar šo kondensatoru mēs regulējam augstfrekvences strāvas piekļūšanu spolei L_2 , un tā varam izmainīt atgriezenisko saiti.

Bet kāpēc augstfrekvences komponente tikpat brīvi negāja pa otru ceļu, ko tu apzīmēji ar ZF ?

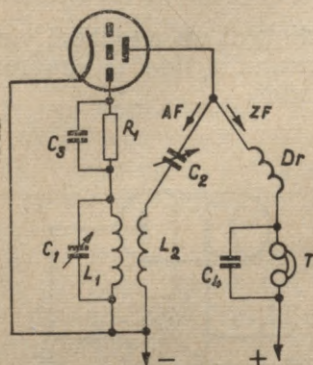
Z. — Tāpēc, ka šai ceļā mēs ievietojam droseli D_r , t. i., spoli ar lielu induktivitāti. Šī spole, kā tu zini, izrāda strāvai jo lielāku induktīvo pretestību, jo lielāka strāvas frekvence. Ja līdz-



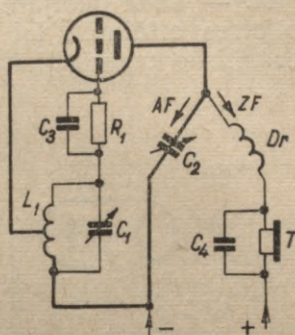
strāva un zemfrekvences mainīgā komponente viegli izies cauri droselei, tad augstfrekvences komponentei drosele būs nepārvarams šķērslis.

N. — Tas ir vecā principa — *divide et impera* (skaldi un valdi) ļoti asprātīgs jauns pielietojums.

Z. — Bravo! Tu pat zini šo latīņu sakāmvārdu! Pastāv tiešām asprātīgs reģeneratīvā detektora shēmas variants (69. zīm.). Tās pamatā ir Hārtlija ģenerators shēma, kas nosaukta



68. zīm. Atgriezeniskās saites regulēšana ar mainīkondensatoru C_2 .



69. zīm. Hārtlija shēma. Augstfrekvences ceļu rāda treknā līnija.

par godu amerikāņu radioamatierim, kurš, starp citu, zvēr, ka nekad to nav izgudrojis.

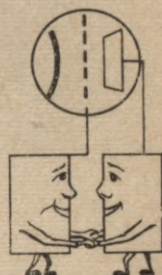
Šai shēmā viena un tā pati spole L_1 noder gan tīkliņķēdes noskaņošanai, gan atgriezeniskās saites iegūšanai. Šīs spoles īpatnība ir tā, ka tai ir atvads un ka tā kopā ar mainīkondensatoru C_1 veido tīkliņa kontūru. Caur šīs spoles apakšējo daļu izplūst arī anodstrāvas augstfrekvences komponente, un kondensators C_2 regulē šīs komponentes lielumu tāpat kā iepriekšējā shēmā.

N. — Tas ir ļoti labi. Bet, ja šo shēmu nosauktu par Neziņa shēmu, es nemaz neprotestētu, kā to darīja mans amerikāņu kolēģis.

Un tomēr, ievērojot visu teikto, es pagaidām vēl nesaprotu, kāpēc atgriezeniskās saites princips varētu kaitīgi atsaukties uz manas shēmas darbību.

Z. — Tūlīt tu to sapratīsi. Mijiedarbība starp anodķēdi un tīkliņķēdi var radiouztvērējā pastāvēt neatkarīgi no mūsu gribas. Nebūdamas kontrolējamas, tās kļūst kaitīgas un bīstamas.

N. — Jāatzīstas, man atkal nav skaidrs, kā var izveidoties bīstamas saites starp tīkliņķēdi un anodķēdi un kāpēc tām obligāti jābūt kaitīgām?



ATGRIEZENISKĀ SAITE — LABA UN SLIKTA PARĀDĪBA

Z. — Neievērotas saites starp tīkliņķēdi un anodķēdi var izveidot atgriezenisko saiti, kura ierosina kaitīgas, nekontrolētas svārstības, ko radiotehniķi sauc par parazitiskām svārstībām. Radiolampa šādos gadījumos darbojas nevis kā pastiprinātājs, bet gan kā ģenerators.

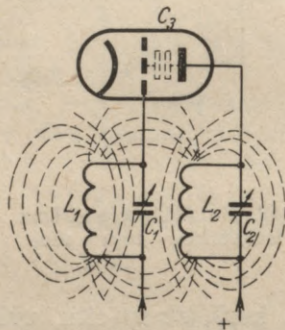




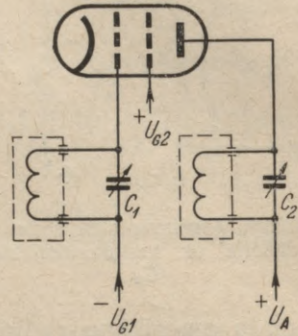
Parazītiskās saites var būt dažādas. Pieņemsim, ka pastiprinātāja radiolampai ir viens svārstību kontūrs L_1C_1 tikliņķēdē, bet otrs kontūrs L_2C_2 anodķēdē (70. zīm.). Katra no spolēm L_1 un L_2 , neraugoties uz to, ka tās attālinātas viena no otras, atrodas otras spoles magnētiskā laukā. Tādējādi spole L_2 induktīvi saistīta ar spoli L_1 .

Bez induktīvās saites var vēl izveidoties arī cits saites veids — kapacitatīvā saite. Kapacitatīvā saite izveidojas starp tikliņķēdes un anodķēdes vadiem un detaļām parazitisko kapacitāšu dēļ.

N. — Tādā gadījumā jācenšas tikliņķēdi un anodķēdi vienu no otras attālināt, lai tādējādi samazinātu līdz minimumam parazitisko kapacitāti, kas starp tām rodas.



70. zīm. Parazītiskās saites veido induktivitātes (spoļu magnētiskie lauki attēloti ar pārtrauktām līnijām) un radiolampas starpelektrodu (tikliņš-anods) kapacitāte C_3 .



71. zīm. Parazītisko saišu novēršana, ekranējot spoles un izmantojot radiolampu ar ekranējošo tikliņu.

Z. — To arī cenšas izdarīt. Un tomēr pēc tam vēl paliek parazitiska kapacitāte, no kuras agrāk nevarēja nekādi izvairīties un kura ilgus gadus noteica uztverošās pastiprinošās radiotehnikas attīstības virzienu.

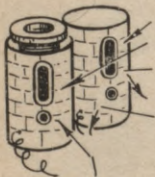
N. — Kas tad šī neciešamā kapacitāte tāda ir?

Z. — Tā ir ļoti maza kapacitāte, kas izveidojas radiolampā starp tikliņa un anoda elektrodiem (kapacitāte C_3 , 70. zīm.).

Atgriezeniskā saite, kas izveidojas ar šo kapacitāti starp tikliņķēdi un anodķēdi, ir pietiekama, lai traucētu augstfrekvences pastiprinātāja stabilu darbību, tikko pakāpju skaits tajā pārsniedz vienu.

N. — Es uzskatītu, ka stāvoklis, kas radies, ir šausmīgs, ja nezinātu tavu paradumu radīt dažādus šķēršļus, lai pēc tam tos likvidētu ar vieglu elpas pūtienu. Kāda tad ir izeja no šī stāvokļa?

Z. — Ir trīs izejas: ekranēšana, ekranēšana un vēlreiz ekranēšana. Katra spoļu grupa tiek ievietota metāla cilindros — ekrānos, kas ierobežo magnētiskā lauka izplatīšanos un tādat induktīvās saites izveidošanos starp spolītēm. Mēs izmantosim arī radiolampā ekranēšanu, lai samazinātu kapacitāti starp tikliņu un anodu līdz nullei (71. zīm.).



EKRĀNS STARP TIKLIŅU UN ANODU

N. — Pag! Pag! Ja ievietos ekrānu starp tīkliņu un anodu, tas aizšķērsos elektronu plūsmu un anodstrāvas vairs nebūs.

Z. — Tas nav pareizi. Ekrānam radiolampā ir liels skaits caurumiņu, caur kuriem elektroni plūdis, vēl jo vairāk tādēļ, ka ekrānam pievada pozitīvu spriegumu, kas aptuveni ir puse anodsprieguma. Ekrāns paātrinās elektronu kustību uz anodu, jo ekrāntīkliņa un anoda pievilksnās iedarbība summēties. Ļoti bieži šo ekrānu izgatavo stieples spirālītes veidā, un to sauc par ekranējošo tīkliņu. Šādu radiolampu sauc par lampu ar ekranējošo tīkliņu jeb ekrāntīkliņu vai īsāk par ekranēto lampu. Šādai lampai ir četri elektrodi, tāpēc to sauc arī par tetrodu (grieķu valodā *tetra* nozīmē četri).

N. — Es esmu ļoti apmierināts, uzzinot, ka ir radiolampas ar elektrodu skaitu, lielāku par trīs. Tā tiešām ir moderna lampā!

Z. — Pareizi, bet ne gluži, jo šai radiolampai patiesībā ir trūkums, kura novēršanai bija tajā jāierīko vēl viens elektrods. Lai saprastu, kādēļ tas bija jādara, paskatīsimies vēlreiz, kā darbojas radiolampa.

Kad uz stūrējošā tīkliņa parādās maiņspriegums, strāva anodķēdē kļūst mainīga. Strāvas izmaiņas uz anodķēdē ieslēgtās pretestības rada sprieguma kritumu, kas izmainās proporcionāli strāvas lielumam. Rezultātā arī anodspriegums, kas pastāv starp anodu un katodu, nepaliek nemainīgs, bet gan jo vairāk samazinās, jo lielāks sprieguma kritums uz pretestību anodķēdē...

N. — Nesteidzies! Man būs saprotamāk, ja tu visu paskaidrosi ar skaitlisku piemēru.

Z. — Lūdzu. Pieņemsim, ka anodsprieguma avots ir 200 V. Šis spriegums pievadīts starp katodu un pretestību anodķēdē (šeit nelielo sprieguma kritumu uz nobīdes pretestības neievērojam). Lai vienkāršotu aprēķināšanu, pieņemsim, ka pretestība anodķēdē ir 100 000 Ω , bet anodstrāva miera stāvoklī ir 0,6 mA. Šādos apstākļos sprieguma kritums uz pretestības būs 60 V, tāpat starp anodu un katodu būs nevis 200 V, bet gan tikai 140 V. Pieņemsim arī, ka spriegums uz ekranējošā tīkliņa ir 100 V. Ja tagad stūrējošam tīkliņam pievadīsim tādu maiņspriegumu, kas anodspriegumu izmainīs robežās no 0,1 līdz 1,1 mA, tad sprieguma kritums uz pretestības izmainīsies robežās no 10 līdz 110 V. Pie tam faktiskais spriegums uz anoda attiecībā pret katodu savukārt izmainīsies robežās no 90 līdz 190 V. No šī piemēra redzams, ka spriegums uz anoda dažos momentos var izrādīties zemāks nekā spriegums uz ekranējošā tīkliņa...

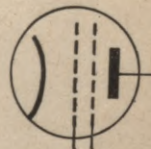
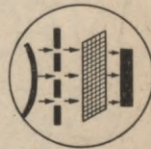
Skatos, ka tas uz tevi neatstāj nekādu iespaidu...

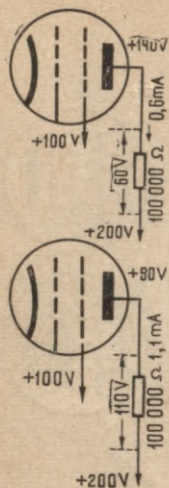
N. — Tiešām ne. Bet kāpēc tam visam mani jāsatrauc?

SEKUNDĀRĀ EMISIJA

Z. — Sava analfabētisma dēļ tu mierīgi pastaigājies gar bezdibeņa malu. Padomā labi par tām parādībām, kas tagad norisināsies, un tu sapratīsi, kādas nepatīkšanas mums uzglūn.

Katoda emitētie elektroni, izskrienot cauri stūrējošam tīkliņam, ceļā uz anodu nonāks ekranējošā tīkliņa iedarbības sfērā.





Tā kā rodas liels pozitīvs spriegums, ekranējošais tīkliņš palielina elektronu ātrumu. Elektroni caur tīkliņu izlido ar milzīgu ātrumu un kā lādiņi triecas pret anoda virsmu. Katrs elektrons no anoda materiāla izsit vienu vai vairākus elektronus. Šie elektroni «uzvedas» kā visiem elektroniem pieklājas, t. i., tie pievelkas pie elektroda ar pozitīvāku potenciālu. Normāli šāds elektrods ir anods, un izsistie elektroni atgriežas savā mājoklī, t. i., virzās uz anodu, ne ar ko netraucējot radiolampas darbību. Bet, kad ekranējošais tīkliņš kļūst pozitīvāks (kaut gan īsu brīdi), no anoda izsistie elektroni traucas tieši tīkliņa virzienā.

N. — Satriecoši!... Tātad parādās strāva, kas plūdis no anoda uz ekranējošo tīkliņu, bet anods šai gadījumā attiecībā pret ekranējošo tīkliņu kļūst par sekundāro katodu.

Z. — Bez šaubām. Šo parādību sauc par sekundāro emisiju. Un, tā kā strāva no anoda uz ekranējošo tīkliņu plūst pretī anodstrāvai, pēdējā samazināsies un kropļosies.

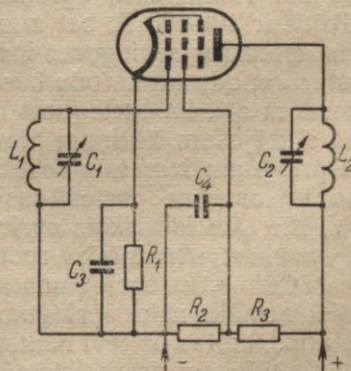
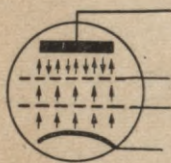
N. — Nu lūk, mēs atkal stāvam šķēršļa priekšā. Es tevi lūdzu, pacel savu burvja zizlīti!

Z. — Tas nav grūti. Lai likvidētu sekundāro emisiju, starp anodu un ekranējošo tīkliņu jānovieto vēl viens — trešais tīkliņš — bremztīkliņš (aizsargtīkliņš) jeb antidinatrona tīkliņš.

Bremztīkliņš ir spirāle ar lielu soli, kas atrodas zem katoda potenciāla un tiek ar to savienota dažreiz pat radiolampā. Bremztīkliņš kavē sekundāro elektronu noplūšanu no anoda.

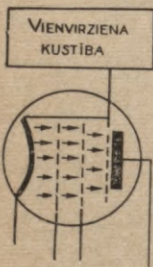
N. — Nu ko. Esmu priecīgs iepazīties ar radiolampu, kurai ir jau pieci elektrodi un kuru var nosaukt, ja mani neviļ manas zināšanas grieķu valodā, par p e n t o d i.

Z. — Tā tas ir. Tādējādi tu ievērosi, ka pentode ir tetrodes uzlabojums un ka šo radiolampu konstruēja, lai likvidētu sekundārās emisijas kaitīgo iedarbību. Lūk, tā izskatās pastiprinātāja pakāpe ar pentodi (72. zīm.). Pretestības R_2 un R_3 , kas atrodas



72. zīm. Pentodes augstfrekvences pastiprinātāja shēma.

R_1C_3 — tīkliņa nobīdes ķēde;
 $R_2R_3C_4$ — ekrāntīkliņa barošanas ķēde.



starp anodsprieguma avota izvadiem, domātas sprieguma iestādīšanai uz ekranējošo tīkliņu. Šāds spriegums ir puse no anodsprieguma. Kondensators C_4 laiž cauri vājo augstfrekvences strāvu, kas rodas ekranējošā tīkliņa ķēdē. Šo strāvu rada elektroni, kas uzskrien virsū tīkliņam.

N. — Es ceru, ka ekrāni, tetrodes un pentodes reiz par visām reizēm palīdzēs atrisināt parazitisko saišu problēmu.

Z. — Veltas cerības, Nezinīti!

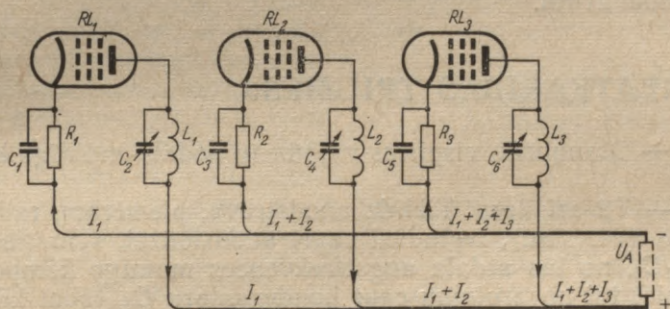
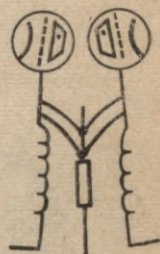
Jo mazāk kādas radiolampas ķēdes saistītas ar blakus radiolampu ķēdēm, jo labāk darbojas radiouztvērējs — tā secināja mūsu draugi pēc parazitisko saišu izpētīšanas. Bez iepriekšējā sarunā ieteiktās ekranēšanas tie aplūko arī atsaistīšanas ķēžu izmantošanas iespējas parazitisko saišu likvidēšanai. Pārejot pie praktiskās shēmas, Zinis pastāsta daudz interesanta par noskaņoto kontūru pārslēgšanas paņēmieniem.

APSLĒPTĀS SAITES

Zinis. — Līdz šim runājām tikai par induktīvo un kapacitīvo saiti, bet pastāv arī saites caur kopējiem elementiem, un šie elementi var būt aktīvās un reaktīvās pretestības.

Nezinis. — Es nesaprotu, kur šīs «kopējās» pretestības slēpjas?

Z. — Lūk, skaties! 73. zīmējumā shematiski attēlots trīspakāpju augstfrekvences pastiprinātājs.



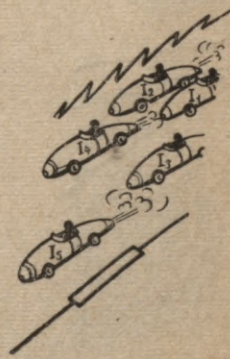
73. zīm. Šai shēmā radiolampu anodstrāvas plūst pa kopējām ķēdēm. Anodsprieguma U_A avots nosacīti attēlots kā pretestība.

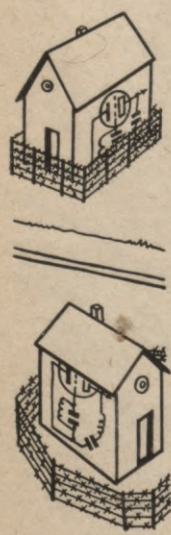
Lielākas skaidrības labad shēmā uzzīmētas tikai anoda un katoda ķēdes, kurās plūst radiolampu RL_1 , RL_2 un RL_3 anodstrāvas I_1 , I_2 un I_3 . Stūrējošo un ekranējošo tīkliņu ķēdes nav parādītas. Izsekosim tagad ar zīmuli rokā radiolampu elektronu plūsmas ceļus.

Tu redzi, ka strāva I_1 no radiolampas RL_1 katoda plūst caur kontūru L_1C_2 , tālāk caur vada daļu I_1 , pēc tam caur anodsprieguma avotu un tad pa «mīnusa» vadu caur nobīdes pretestību R_1 atgriežas katodā. Tagad tāpat izsekosim otrās radiolampas anodstrāvai I_2 . Ko tu redzi?

N. — Tiešām, strāva I_2 plūst caur tiem pašiem elementiem, caur kuriem plūda strāva I_1 un arī caur anodsprieguma avotu. Tas pats notiek arī ar strāvu I_3 , kas plūst cauri anodsprieguma avotam un vada daļu $I_1+I_2+I_3$, caur kuriem plūst vienlaicīgi trīs strāvas. Lūk, kur rodas strāvu sajaukums!

Z. — Ja anodsprieguma avotam un savienojošiem vadiem nebūtu pretestības, no nekāda sajaukuma nevajadzētu baidīties. Bet diemžēl tā tas nav: katra no šīm strāvām uz kopējo





iecirķņu pretestībām rada spriegumu kritumu. Līdzstrāvas komponentes nekādas briesmas nerada. Bet mainīgo komponentu spriegumi, kas rodas kopējo iecirķņu pretestībās, nokļūst citās ķēdēs. Rezultātā strāvas I_1 mainīgās komponentes sprieguma kritums būs pievadīts starp radiolampu RL_2 un RL_3 katodu un anodu. Tas pats notiks arī ar strāvu I_2 un I_3 izraisītiem spriegumiem.

N. — Tikai tagad redzu, kur slēpjas tikko aplūkotās parazītiskās saites briesmas. Tās dēļ visas radiolampas, izrādās, ir saistītas un strāvas svārstības katrā no tām momentāni ietekmē spriegumu uz citu radiolampu elektrodiem. Tas, protams, izraisa ļoti nepatīkamas parādības.

Z. — Acīmredzot. Ja spriegums, ko rada citu radiolampu strāvas, darbojas pretī svārstībām, kuras pievadītas vienam no šo radiolampu tīkliņiem, tad pastiprinājums samazinās. Taču ļoti bieži šādas saites rezultātā spriegums, ko rada citu radiolampu strāvas, un pirmās radiolampas pastiprinātais spriegums summējas, un rezultātā rodas nekontrolētas pašsvārstības.

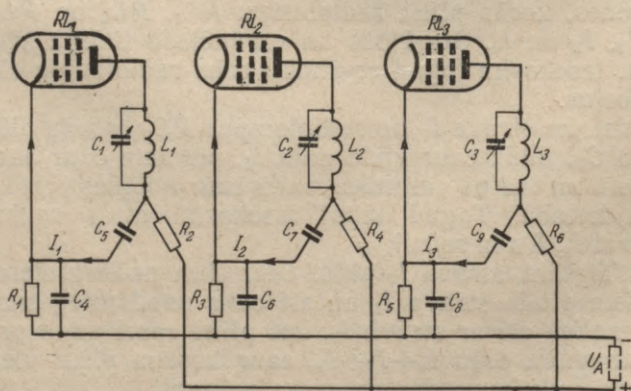
N. — Bet jābūt taču kādiem līdzekļiem, ar kuriem varētu vienu radiolampu no otras izolēt.

Z. — Jā. Šo līdzekli sauc par atsaistišanas ķēdi. Tā nedod iespēju anodstrāvu mainīgām komponentēm ceļot pa visām radiouztvērēja ķēdēm: pa kopējiem iecirķņiem un anodsprieguma avotu.

«NEATKARĪBAS TRIUMFS»

N. — Manuprāt, vispirms vajadzētu nodalīt mainīgo komponenti.

Z. — Tā arī dara. Tiklīdz anodstrāva, piemēram, radiolampai RL_1 (74. zīm.), izplūdsi cauri anodslodzei, svārstību kontūrs L_1C_1 , no tās atdala augstfrekvences mainīgo komponenti, izveidojot tai nozarojumu caur kondensatoru C_5 , tāpat kā regulējot atgriezenisko saiti ar mainīkondensatoru. Mainīgā komponente caur kondensatoru C_5 nokļūst tieši katodā; līdzstrāvas komponentei šis ceļš ir slēgts. Tā katodā atgriežas caur pretestību R_2 , anodsprieguma avotu un nobīdes pretestību R_1 . Tādē-



74. zīm. Lietojot atsaistišanas ķēdes, katras radiolampas anodstrāvas mainīgās komponentes noslēdzas caur kondensatoriem C_5, C_7, C_9 .

jādi 74. zīmējumā parādītais mainīgās komponentes ceļš ierobežots ar dotās radiolampas ķēdi anods-katods un tās mainīgā komponente nekur nesastopas ar citu radiolampu līdzīgām komponentēm.

N. — Vārdu sakot, ja pareizi sapratu, atsaistišanas ķēde saglabā radiolampai pilnīgu neatkarību.

Z. — Pilnīgi pareizi. Ievēro arī to, ka atsaistišanas ķēde, saīsinot ceļu mainīgām komponentēm, vienlaicīgi samazina arī parazitisko induktīvo saišu bīstamību.

Tagad var uzzīmēt (75. zīm.) mūsdienu radiouztvērēja augstfrekvences pastiprinātāja pakāpes pilno shēmu. Tā ir tieši tāda pati kā 74. zīmējumā redzamā shēma.

N. — Bet man liekas, ka tā nav vis tāda pati, jo 74. zīmējumā taču atsaistišanas kondensatori C_5 , C_7 un C_9 pievienoti tieši atbilstošo radiolampu katodiem, bet atsaistišanas kondensators C_5 75. zīmējumā pievienots anodsprieguma avota mīnussam.

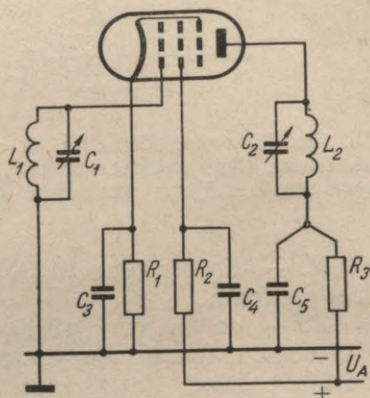
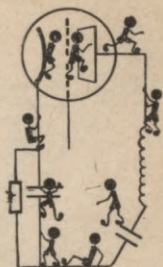
Z. — Tev taisnība. Teorētiski tāds slēgums ir mazāk iedarbīgs, jo anodstrāvas mainīgajai komponentei, kurai vajadzētu atgriezties uz katodu caur kondensatoru C_5 , izplūst bez tam vēl caur kondensatoru C_3 , un tas augstfrekvences komponentei ir jau grūtāk. Tomēr praktiski šai shēmai ir dažas priekšrocības.

Tu, protams, jau esi ievērojis, ka radiouztvērēja shēmā lielākā daļa savienojumu beidzas pie anodsprieguma avota negatīvā pola. Lai šis negatīvais pols atrastos pēc iespējas nelielā attālumā no dažādiem elementiem, kuri tam jāpieslēdz, caur visa radiouztvērēja šasiju no anodsprieguma avota mīnusa novēl kopēju resnāku vara stiepli vai lentu («šinu»). Resnā vada vietā izmanto arī pašu šasiju. Tā rīkojas bieži, bet tas ir mazāk vēlamas. Tādā gadījumā korpuss ir vienlaicīgi arī anodsprieguma mīnuss, un mēs sakām nevis, ka savienojums beidzas pie anodsprieguma mīnusa, bet gan, ka savienojums pieslēgts šasijai (korpussam).

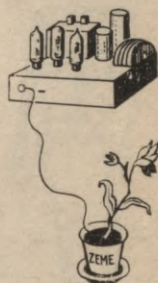
NO VIENKĀRŠOTAS PIE PILNAS SHĒMAS

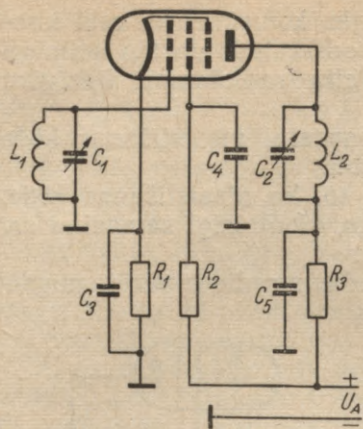
N. — Vārdu sakot, es saprotu: atsaistišanas kondensatorus daudz vieglāk pievienot šasijai, nekā to izvadus pievienot katodam.

Z. — Jā, tā tas ir. Parasti šasiju apzīmē ar simbolu, kas līdzīgs iezemēšanas simbolam, un tā vietā, lai zīmētu anodsprieguma kopējo šinu, šasijas simbolus zīmē tieši tur, kur tas shēmā vajadzīgs. Pēc šī principa 75. zīmējumā attēlotā shēma līdzīga 76. zīmējumā parādītajai shēmai. Bet iegaumē labi, ja tu shēmā redzi daudzus šasijas simbolus, tad īstenībā tas ir



75. zīm. Pentodes augstfrekvences pastiprinātāja shēma ar atsaistišanas ķēdēm.





76. zīm. Tāda pati shēma kā 75. zīmējumā, tikai uzzīmēta ar atsevišķiem zemējuma simboliem.



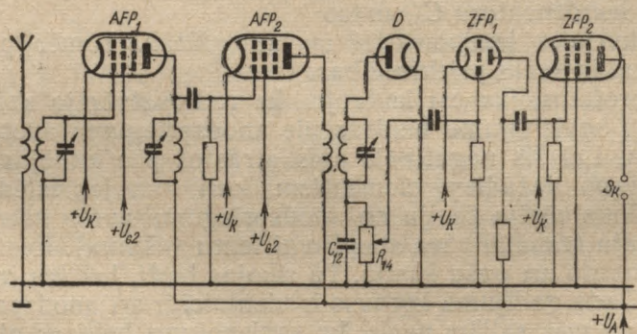
tikai viens vienīgs savienojums, kas noved pie anodsprieguma negatīvā pola.

N. — Bet vai es tagad beidzot zinu par visām radiouztvērēja shēmas aplēptām briesmām un vai drīkstu pats uzzīmēt shēmu, pēc kuras varētu samontēt radiouztvērēju, kas darbotos?

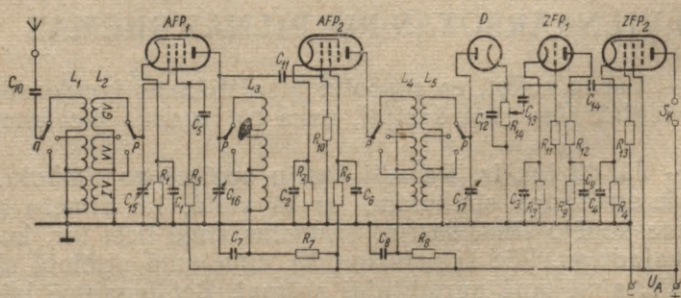
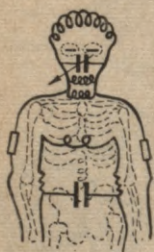
Z. — Jā. Es domāju, ka tagad tu zini apmēram visu, kas nepieciešams. Atgriezīsimies pie shēmas, kuru tu mūsu divpadsmitās sarunas laikā neveiksmīgi uzzīmēji, un papulēsīsimies šo uzdevumu praktiski nobeigt. Vispirms uzzīmēsim to vienkāršotā veidā — tā ir lieliska metode (77. zīm.).

N. — Es ceru, ka tu abās augstfrekvences pakāpēs izmantosi pentodes.

Z. — To tu vari pārliecināties pats, aplūkojot zīmējumu. Vēl vairāk, izmantošu pentodi arī otrā zemfrekvences pastiprinātāja pakāpē. Patlaban šim nolūkam pentodes tieši lieto. Kā redzi, šai shēmā parādītas tikai galvenās saites ķēdes starp radiolampām. Turpretī atsaistīšanas elementi, kā arī pretestības



77. zīm. Tiešā slēguma radiouztvērēja vienkāršota shēma ar divām augstfrekvences pakāpēm.



nobīdes sprieguma iegūšanai un pretestības ekranējošo tīkliņu ķēdēs vienkāršotajā shēmā netiek uzrādīti.

N. — Tātad tu esi uzzīmējis shēmas «skeletu». Šai shēmai ir divas augstfrekvences pastiprinātāja (AFP_1 un AFP_2) pakāpes, diodes detektors (D) un divas zemfrekvences pastiprinātāja (ZFP_1 un ZFP_2) pakāpes. Vai tagad tu varēsi šim «skeletam» uzaudzēt virsū miesu un ādu, radot veselu organismu?

Z. — Tas nav grūti. Lūk, pilnā shēma (78. zīm.). Paturot prātā citas īpatnības, vispirms ievēro nobīdes pretestības R_1 , R_2 , R_3 un R_4 ; pretestības R_5 un R_6 , kas pievada spriegumu ekrāntīkliņiem; atsaistīšanas pretestības R_7 , R_8 un R_9 un arī bloķējošos kondensatorus ar tiem pašiem numuriem.

N. — Uzgaidi... Mani ļoti intriģē cits jautājums: tās ir spoles L_1 , L_2 , L_3 , L_4 un L_5 ; katra it kā sadalīta trijās daļās.



VILNIS ATŠĶIRAS NO VIĻŅA

Z. — Tas jāpaskaidro. Tu zini, ka visā pasaulē ir ļoti liels skaits radoraidītāju. Viļņu garumi radiofonijā sadalīti trijos galvenos diapazonos. Tie ir garie viļņi (GV) — no 1000 līdz 2000 m, vidējie viļņi (VV) — no 200 līdz 600 m un īsie viļņi (JV) — no 10 līdz 50 m.

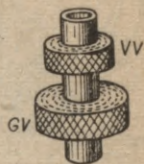
Katram no šiem diapazoniem atbilst viens no trim tinumiem, kas veido spoli. Jebkuru no tiem var ieslēgt kontūrā ar pārslēgu P .

N. — Bet tādā gadījumā, pārslēdzot diapazonu, vienlaicīgi jāizmaina piecu pārslēgu stāvokļi. Tad jau ātrai pārslēgšanai nepieciešams tikpat daudz roku, cik zirneklim kājū!

Z. — O, nē, neuztraucies, Nezinīt. Visus pārslēga kontaktus pārslēdz vienlaicīgi ar vienu pārslēga rokturi.

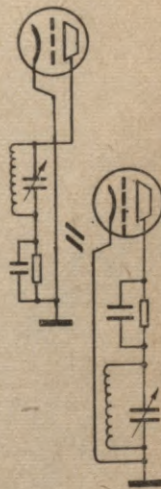
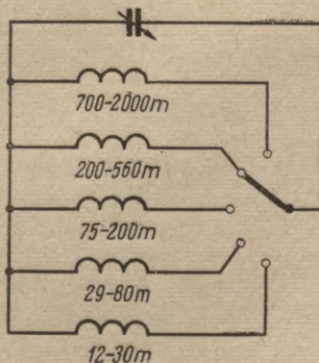
N. — Par laimi, mūsu radiouztvērējam ir tikai trīs diapazoni. Citādi tas būtu velnišķīgi sarežģīti.

Z. — Patiesībā pārraides veic arī citos diapazonos. Taču arī minētiem trim diapazoniem vajag vismaz piecas spoles, lai pārklātu visu intervālu no 10 līdz 2000 m ar 500 pF lielu maiņkondensatoru. Tāpēc jāizmanto pārslēgs piecām pozīcijām (79. zīm.).



N. — Es atkal skatos uz radiouztvērēja shēmu (78. zīm.) un nevaru izprast divaino kondensatora C_7 ieslēgšanas veidu. Acīmredzot šis kondensators kopā ar pretestību R_7 veic pirmās radiolampas anodķēdes atsaistīšanu. Bet kāpēc tas shēmā atrodas svārstību kontūra $L_3 C_{16}$ ķēdē?

Z. — Ļoti vienkārši. Mūsdienu maiņkondensatoriem kustīgās plāksnītes saistītas ar kondensatora metāla korpusu (izolētas ir tikai nekustīgās plāksnītes). Savukārt kondensatora korpusi nostiprināti uz metāla



79. zīm. Piecu diapazonu pārslēgšanas shēma.

šasijas, kas, kā zināms, savienota ar anodsprieguma avota negatīvo polu. Kondensatora C_{16} kustīgajām plāksnītēm jābūt obligāti savienotām ar barošanas avota mīnusu. Taču spole L_3 caur pretestību R_7 savienota ar barošanas avota pozitīvo polu. Tāpēc spoles L_3 otru izvadu tieši pie anodsprieguma avota negatīvā pola pieslēgt nedrīkst. Bet nedrīkst arī pārtraukt augstfrekvences komponentes ceļu kontūrā $C_{16}L_3$. Šeit tad arī nāk talkā kondensators C_7 , kas augstfrekvences strāvām paver brīvu ceļu, bet toties novērš anodsprieguma noslēgšanos caur pretestību R_7 .

Ar to mēs pagaidām varam noslēgt mūsu sarunu, vēl jo vairāk tadēļ, ka torņa pulkstenis jau nosīta pusnakti.

MĀNĪGĀ TERMINOLOĢIJA

N. — Pastāsti vēl, kāpēc bultiņa iespiežas pretestībā R_{14} .

Z. — Tā faktiski ir mainīgā pretestība, kas ieslēgta kā potenciometrs...

N. — Vai tad tā ir ierīce potenciāla mērīšanai?

Z. — Nē. Šis termins tevi maldinājis. Potenciometrs ir pretestība ar slīdkontaktu (ko apzīmē ar bultiņu) un izvadiem abos galos. Slīdkontakts var tikt savienots ar jebkuru pretestības punktu.

N. — Bet kādam nolūkam tas šeit vajadzīgs?

Z. — Uz pretestības R_{14} izdalās nodetektētais spriegums. Dažreiz tas var būt pārāk liels, un pēc zemfrekvences pastiprināšanas skaņa būs pārāk skaļa. Lai samazinātu skaņas stiprumu, nākamajai radiolampai jāpievada tikai daļa nodetektētā sprieguma. To tad arī var izdarīt ar potenciometru, kura slīdkontakts var noņemt jebkuru daļu no tā sprieguma, kas rodas uz visa potenciometra.

Tādējādi ar potenciometru R_{14} regulē skaņas stiprumu.

N. — Izrādās, ka tas tiešām ir ļoti lietderīgi. Es tikai nožēloju, ka mans kaimiņš, kas aizrautīgi spēlē uz akordeona, to neizmanto.



Līdz šim Zinis ar nolūku noklusēja par radiouztvērēja barošanu. Viņš runāja par kvēles un anodsprieguma avotiem, neprecizējot to īpašības. Sodiens Nezinis iepazīsies ar maiņstrāvas iztaisnošanu un filtrāciju. Abi draugi aplūkos radiouztvērēja barošanu arī no līdzstrāvas tīkla, tā ka barošanas jautājumi vairs nebūs lasītājam noslēpums.

BAROŠANAS JAUTĀJUMI

Nezinis. — Dažreiz man liekas, ka es esmu līdzīgs ceļotājam tuksnēsī, kas cieš slāpes un dzenas pakaļ vilinošām mirāžām. Mūsu pēdējās sarunas laikā man likās, ka nu man ir pilnīga un galīga radiouztvērēja shēma. Taču, atgriežoties mājās, es diemžēl konstatēju, ka shēmā, kuru mēs aplūkojām, kaut kā trūkst.

Zinis. — Bet kas tad, mans nabaga Nezinīt?

N. — Ļoti būtiskas daļas — barošanas, ko tu vienkārši apzīmēji ar U_A . Bet šis spriegums taču mums nenāk kā zibens no debesīm!

Z. — Tev taisnība, bet tu vienmēr vari iedomāties, ka radiouztvērēju baro ar galvanisko elementu baterijām jeb akumulatoriem.

N. — Bet es nemaz nenoliedzu šādu iespēju. Es labi zinu, ka baterijas un akumulatorus jau sen izmanto mazos portatīvos radiouztvērējos vai iekārtās, kas domātas attālākiem neelektrificētiem rajoniem. Taču vairums mūsdienu radiouztvērēju domāti darbināšanai no elektriskā tīkla. Kā ziņo reklāmas: «tīkla rozete — un tas ir viss».

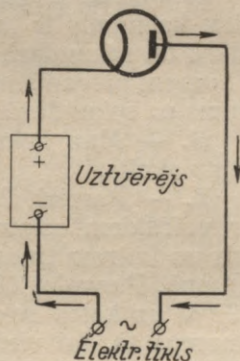
Man tas nav visai skaidrs, jo gandrīz visos gadījumos elektriskajā tīklā cirkulē maiņstrāva, taču to izmanto radiolampu anodķēžu barošanai.

Z. — To var izdarīt, iepriekš maiņstrāvu iztaisnojot. Iztaisnot maiņstrāvu — tas nozīmē neļaut tai plūst divos virzienos un piespiest to plūst tikai vienā virzienā.

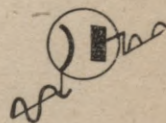
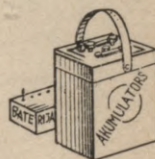
N. — Vārdu sakot, iztaisnošana — tas ir kaut kas līdzīgs detektēšanai?

Z. — Jā. Bet detektējot notiek modulēta augstfrekvences signāla pārveidošana zemfrekvences spriegumā, kamēr taisngriešanas procesā mums ir darīšana ar 50 Hz rūpnieciskās frekvences strāvu. Bez tam iztaisnotai strāvai jābūt pietiekami lielai (daži desmiti miliampēru). Saprotams, ka iztaisnošanai izmanto diodes, kuru elektrodus lielāki par detektora diodēm. Šādu diodi sauc par taisngriezi jeb *k e n o t r o n u*.

N. — Tātad, lai strāva iztaisnotos, šāda diode jānovieto tīkla maiņstrāvas ceļā, jo elektroni var plūst tikai no katoda uz anodu, nevis otrādi.



80. zīm. Vienkāršāka barošanas avota shēma.





Z. — Pareizi. Kenotronu (80. zīm.) var ieslēgt kā vienā, tā otrā virzienā. Galvenais ir tas, lai kenotrona darbības rezultātā elektronu plūsmas virziens sakristu ar plūsmas virzienu radiolampā, t. i., no katodiem uz anodiem.

BISTAMI! ... ANODSPRIEGUMS!

N. — Baidos, ka tādā veidā iegūtais anodspriegums būs pārāk mazs. Elektriskais tīkls mūs nodrošina tikai ar 127 vai 220 V. Bet tu taču teici, ka dažām radiolampām nepieciešams dažu simtu voltu liels anodspriegums. Ko tad darišu ar šo spriegumu? ...

Z. — Bet tev nebūs pat šī mazumiņa, jo daļa sprieguma krīt uz taisngrieža lampu — tai taču arī ir zināma iekšējā pretestība.

Tā tu tālu netiksi ... Par laimi, mūsu rīcībā ir ļoti vienkāršs līdzeklis, ar kuru var vēlamās attiecībās paaugstināt elektriskā tīkla maiņspriegumu.

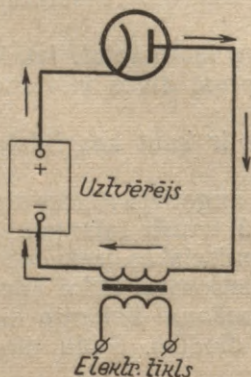
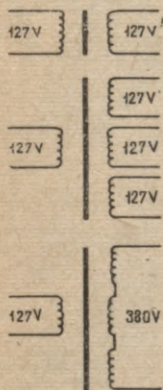
N. — Kas tad tas par brīnumlīdzekli?

Z. — Tas ir mūsu vecs paziņa — transformators. Pieņemsim, ka mums ir transformators ar vienādu vijumu skaitu primārā un sekundārā tinumā. Ja šāda transformatora primārajam tinumam pievadīsim maiņspriegumu, cik liels tad būs maiņspriegums uz sekundārā tinuma galiem?

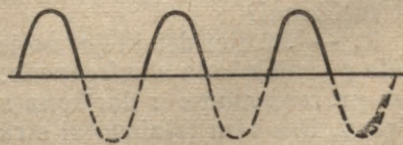
N. — Man liekas, ka tāds pats, jo tinumiem ir vienāds vijumu skaits.

Z. — Pareizi. Tagad pieņemsim, ka transformators izveidots ar vairākiem sekundārajiem tinumiem, piemēram, to skaits ir trīs un katram tinumam vijumu skaits ir tāds pats kā primārajā tinumā. Pievadot 127 V uz primāro tinumu, mēs tāpat dabūsim 127 V uz katra sekundārā tinuma. Savienosim trīs sekundāros tinumus tā, lai viens kļūtu otra turpinājums. Tad visu tinumu spriegums summēsies un starp pirmā tinuma sākumu un trešā tinuma beigām būs 380 V sprieguma.

N. — Trīs sekundārie tinumi faktiski ir tikai viens tinums. Un, lai parādītu, ka neesmu aizmirsis indukcijas likumus, es secinu, ka transformators paaugstina (vai pazemina) spriegumu



81. zīm. Tīkla taisngrieža shēma ar transformatoru.



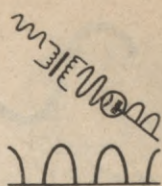
82. zīm. Ar nepārtraukto līniju zīmēti strāvas pozitīvie pusperiodi, kas iztaisoši notī pēc 80. un 81. zīmējuma shēmas. Ar pārtrauktām līnijām zīmēti negatīvie pusperiodi, kurus kenotrons cauri nelaiž.

tik reižu, cik reižu sekundārajā tinumā ir vairāk (vai mazāk) vijumu nekā primārajā tinumā.

Z. — Nu, draudziņ, es tevi apsveicu. Tu atbildēji kā fizikas stundā un arvien mazāk esi pelnījis, lai tevi sauktu vārdā Nezinis.

Tādējādi konstatējām, ka, izmantojot transformatoru, var pirms iztaisošanas (81. zīm.) maiņspriegumu paaugstināt. Atkarībā no nepieciešamā sprieguma mēs izvēlamies vajadzīgo vijumu skaita attiecību sekundārajā un primārajā tinumā. Šo attiecību sauc par transformācijas koeficientu.

N. — Bet visā šai lietā ir viens apstāklis, kas mani mulšina. Katrs maiņstrāvas periods sastāv no diviem pretējas polaritātes pusperiodiem, bet iztaisošanas procesā mēs izmantojam tikai vienu no tiem (82. zīm.). Vai nav kaut kādas ierīces, kas dotu iespēju radiouztvērēja barošanai izmantot arī otro maiņstrāvas pusperiodu?

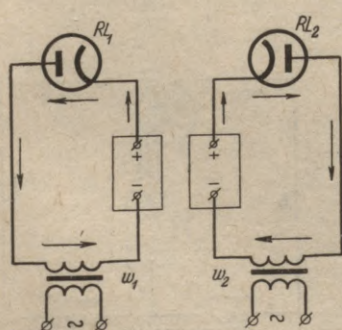
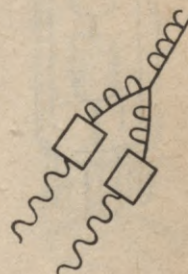


«NELIETDERĪGO» MAIŅSTRĀVAS PUSPERIODU IZMANTOŠANAS METODE

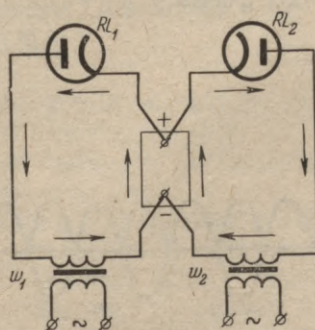
Z. — Tāda ir. To veic tā saucamais divpusperioda maiņstrāvas taisngriezis.

Šim nolūkam mēs izmantojam divus vienādus barošanas avotus pēc 81. zīmējuma shēmas. Izvietojot tos blakus (83. zīm.), redzam, ka abu taisngriežu slodzēs (t. i., radiouztvērējos) strāvai ir viens un tas pats virziens. Tāpēc jāsecina, ka abus taisngriežus var izmantot viena radiouztvērēja barošanai (84. zīm.). Katrs kenotrons iztaiso vienu no diviem maiņstrāvas pusperiodiem. Tu tagad varēsi pats viegli izsekot strāvas ceļu katrā pusperiodā.

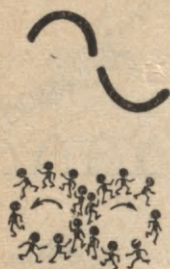
N. — Pieņemsim, ka pirmā maiņstrāvas pusperioda laikā elektroni caur sekundāro tinumu ω_1 virzīsies no kreisās puses uz labo pusi. Izplūstot caur radiouztvērēju un kenotronu RL_1 , tie atgriezīsies tinumā ω_1 . Izplūst cauri tinumam ω_2 elektroni



83. zīm. Divas taisngriežu shēmas, kas līdzīgas 81. zīmējumā parādītām shēmām, taču katra no tām iztaiso savus maiņstrāvas pusperiodus.



84. zīm. Abi 83. zīmējuma taisngrieži baro vienu un to pašu radiouztvērēju, iztaisojot abus maiņstrāvas pusperiodus.



nevar, jo tādā gadījumā tiem vajadzētu virzīties caur kenotronu RL_2 no anoda uz katodu, bet tas tiem ir aizliegts.

Nākamajā pusperiodā elektroni caur tinumu ω_1 neplūdīs, jo tie nevarēs virzīties caur kenotronu RL_1 no anoda uz katodu. Bet tie brīvi izplūdīs cauri tinumam ω_2 (no labās puses uz kreiso pusi), radiouztvērējam un kenotronam RL_2 , turklāt to virziens, caurplūstot radiouztvērējam, izrādās, ir tāds pats kā iepriekšējā pusperiodā.

Z. — Nu redzi, tādā veidā mums izdodas izmantot abus maiņstrāvas pusperiodus (85. zīm.). Ievēro, ka abiem sekundārajiem tinumiem ir viens kopējs punkts. Tas dod iespēju divus transformatorus atvietot ar vienu, kura sekundārajā tinumā ir viduspunkta izvads. Bez tam var izmantot speciālu kenotronu, kura balonā ievietoti kopējs katods un divi anodi. Tādu kenotronu sauc par divanodu kenotronu. Divpusperioda taisngrieža shēma ar divanodu kenotronu parādīta 86. zīmējumā.

LIDZSVARA PROBLĒMAS

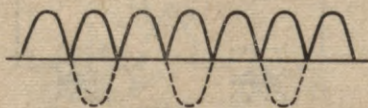
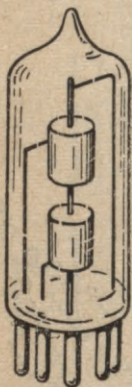
N. — Bet kā kenotronos izveidota kvēldiega (un atbilstoši katoda) sakarsēšana, lai sāktos elektronu emisija?

Z. — Kvēldiegu sakarsē ar zema sprieguma (parasti no 4 līdz 6,3 V) maiņstrāvu. Šim nolūkam var izmantot otru transformatoru, kas elektriskā tīkla spriegumu pazemina līdz vajadzīgajam lielumam. Taču visbiežāk kvēles spriegumu iegūst no atsevišķa sekundārā tinuma ar mazu vijumu skaitu, kas uztiets uz tīkla transformatora blakus anodsprieguma tinumiem. Kenotroniem jāiztaiso pietiekami liela strāva, tāpēc bieži izmanto tiešās kvēles katodus. Sai gadījumā kvēldiegs pats ir elektronu emitētājs.

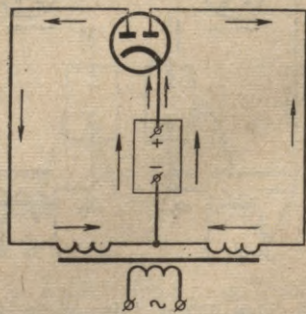
N. — Bet vai tiešās kvēles katodus arī sakarsē ar maiņstrāvu?

Z. — Protams. Praktiski vienpusperioda (81. zīm.) un divpusperioda (86. zīm.) taisngriežu shēma parādīta 87. un 88. zīmējumā.

N. — Kāpēc šais shēmās radiouztvērējs savienots ar transformatora kvēles tinuma viduspunktu, bet nevis tieši ar kenotrons kvēli?



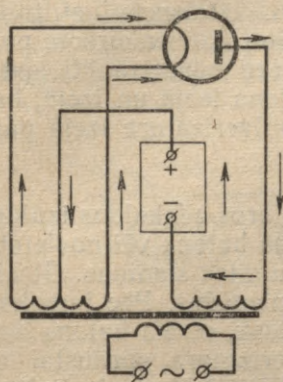
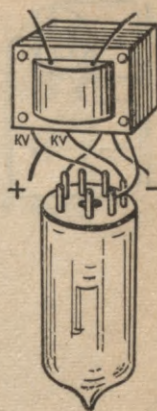
85. zīm. Nepārtrauktā līnija parāda iztaisnotās strāvas formu divpusperioda taisngriežiem. Ar pārtraukto līniju parādīti pusperiodi, kurus aiztur viens, bet iztaiso otrs taisngriezis.



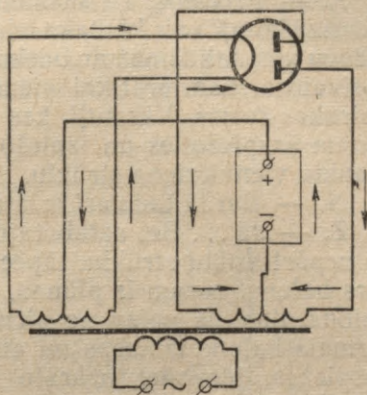
86. zīm. Abi 84. zīmējuma kenotroni atvietoti ar vienu divanoda kenotronu.

Z. — Tāpēc, ka kenotronā ar netiešo kvēli katoda potenciāls ir vienāds visos punktos, bet tiešās kvēles kenotronā, caur kvēldiegu plūstot maiņstrāvai, kvēldiega potenciāls dažādos tā punktos nepārtraukti izmainās. Kas attiecas uz kvēldiega viduspunktu, tā galiem visu laiku ir gan $+2$, gan -2 V, ja kvēles spriegums ir 4 V.

N. — Tas man atgādina šūpoles, ko bērniībā izgatavoju, uzliekot dēli uz trijkāja.



87. zīm. 81. zīmējumā parādītā taisngrieža shēma, ko izmanto praksē (bultiņas vērstas iztaisnotās strāvas virzienā).



88. zīm. Taisngrieža praktiskā shēma (bultiņas vērstas iztaisnotās strāvas virzienā). Taisngriezis tāds pats kā 86. zīmējumā.

Z. — Vienīgais punkts, kas šais šūpolēs paliek nekustīgs, ir viduspunkts. Tāpat arī kvēldiegam vienīgais punkts, kura potenciāls nemainās, ir viduspunkts. Bet, tā kā praktiski kvēldiega viduspunktam piekļūt nevar, jo tas atrodas stikla balonā, mēs slodzi pievienojam kvēles tinuma viduspunktam. Sie abi punkti ir ekvipotenciāli (ar vienādu potenciālu).



ODEKOLONS... UN IZTAISNOTĀS STRĀVAS PULSĀCIJU NOLĪDZINĀŠANA

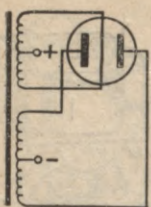
N. — Mani mazliet satrauc tas, ka kenotrona katods ir pozitīvais, bet anodsprieguma tinums — negatīvais pols.

Līdz šim es esmu pieradis, ka zīme «mīnuss» radiouztvērēja lampām attiecas uz katodu, bet «pluss» — uz anodu.

Z. — Tavs uztraukums ir bez pamata. Vai tad nav normāli, ka enerģijas avots ir it kā pretstats ierīcei, kas šo enerģiju patērē? ... Bez tam neaizmirsti, ka par «anodu» saucam punktu, caur kuru elektroni aizplūst, bet par «katodu» — punktu, caur kuru tie ieplūst. Un tiešām, izplūstot no uztvērēja radiolampu anodiem, elektroni ieplūst taisngrieža katodā, izplūst no tā anoda un ieplūst radiolampu katodos. Tagad tu redzi, ka viss pareizi.

N. — Neapšaubāmi. Atvairņo, bet šodien mani tirda šausmīgs pretrunu gars... Tātad taisngrieža iztaisnotajai strāvai (82. un





85. zīm.) trūkst istā līdzstrāvu raksturojošā patīkamā vienmērīguma. Lai gan tava iztaisnotā strāva nemaina virzienu, tā tomēr nepārtraukti izmaina amplitūdu.

Z. — Protams, ja tu šo strāvu šādā neapstrādātā veidā griebēsi izmantot un barosi ar to uztvērēja radiolampas, lampu anodstrāvas arī sekos šīm izmaiņām un rezultātā skaļrunis sāks nepatīkami dūkt.

N. — Jābūt taču līdzeklim, kas iztaisnoto strāvu pārvērs par īstu līdzstrāvu?

Z. — Protams. To sasniedz ar pulsāciju nolīdzināšanu (nogludināšanu) vai, kā saka, filtrāciju. Iztaisnotu nefiltrētu strāvu var salīdzināt ar odekolona strūkliņu no vienkāršota pulverizatora, kam ir tikai viens balons, kuru nepārtraukti spiež vairākas reizes. Vārstuļi, kas atrodas balona ieejā un izejā, balonam saspiežoties un izplešoties, rada pulverizatora izejā pārtrauktu vienvirziena strūklu.

N. — Bet tā taču arī ir iztaisnošana!

Z. — Jā... Bet uzlabotajos pulverizatoros odekolons izplūst ar nepārtrauktu strūklu, tāpēc ka aiz pirmā balona vēl novietots otrs balons, kuram ir plānas, elastīgas gumijas sienīņas. Otrais balons, dabūjis gaisu no pirmā balona, piepūšas. Pēc tam kad pirmais balons izplešas un atkal iesūc gaisu, otrs balons lēni saspiežas, pievadot uzkrāto gaisu pulverizatora sprauslai ar vairāk vai mazāk vienmērīgu plūsmu. Tādējādi otrs balons ir it kā rezervuārs, kas izlīdzina gaisa padevi, uzkrājot tā pārpalikumu kārtējās gaisa uzsūkšanas brīdī un pēc tam to vienmērīgi atdodot.

Vai tu šeit neredzi kādu līdzību elektriskajās shēmās?

N. — Kondensators!... Tas arī spēj pielādēties un izlādēties.

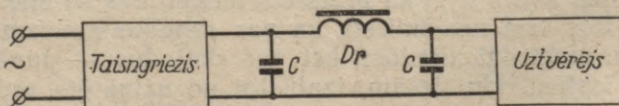
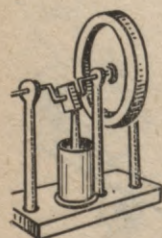
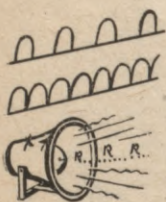
Z. — Tieši kondensatoru mēs izmantojam filtrācijai. Ieslēdzot to starp taisngrieža pozitīvo un negatīvo polu, mēs nogludinām pulsācijas. Tomēr viens, pat ļoti lielas kapacitātes kondensators var izrādīties nepietiekams.

Atcerēsimies spara rata principu, kas tvaika mašīnās un iekšdedzes dzinēju motoros izlīdzina virzuļa radīto turp-atpakaļ kustības nevienmērīgumu.

Ar savu inerci spara rats uztur kustības vienmērīgumu. Vai tu zini tādu elektrisku lielumu, kas līdzīgi inercei darbotos pretī elektriskās strāvas izmaiņām?

N. — Protams. Tā ir induktivitāte.

Z. — Teicami. Tad lūk, iztaisnotās strāvas ceļā mēs arī novietosim lielas induktivitātes spoli ar serdeni (mums taču ir darīšana ar ļoti zemu frekvenci), bet pēc tās noslēgsim filtra izeju (89. zīm.) ar otru kondensatoru, kas nogludināšanu paveiks pilnīgi. Starp citu, ja nepieciešama ļoti rūpīga filtrācija, var izmantot divas vai trīs 89. zīmējumā parādītās filtra šūnas,



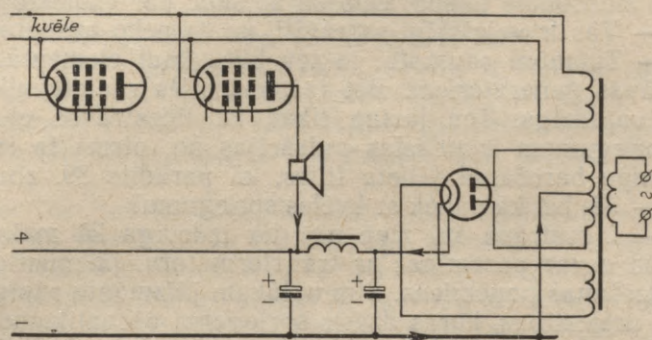
89. zīm. Filtra elements (šūna), kas ievietots starp taisngriezi un radiouztvērēju, nolīdzina strāvas pulsācijas.

ieslēdzot tās virknē. Taču parasti pietiek arī ar vienu šāda filtra šūnu, lai iztaisnotā strāva nedotu fonu.

N. — Pēdējais jautājums. Kā sakarsē pārējo radiolampu kvēldieģus? Es domāju, ka tāpat — ar maiņstrāvu.

PĒDĒJO REIZI PAR KVĒLI

Z. — Jā. Tu neesi kļūdiņies. Šim nolūkam uz tikla transformatora (90. zīm.) uztin vēl vienu zemsprieguma tinumu, kas baro radiolampu kvēldieģus. Parasti visām lampām ir netiešās kvēles katods. Kā izņēmums dažreiz ir pēdējā (izejas) radiolampa. Sai lampai jābaro skaļrunis ar diezgan lielu strāvu, un



90. zīm. Maiņstrāvas tikla radiouztvērēja barošanas ķēdes: kvēles barošana, anodsprieguma iztaisnošana un filtrācija.

lielākas elektronu emisijas iegūšanai (tāpat kā kenotronos) dažām jaudīgām «gala» lampām parasti katoda vietā izmanto tieši kvēldieģu.

N. — Bet kā šādai radiolampai pievada nobīdi?

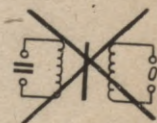
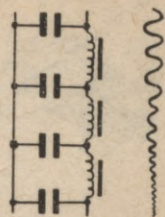
Z. — Tāpat kā netiešās kvēles radiolampām, pievadot katodam attiecībā pret tikliņu pozitīvu spriegumu ar pretestību, kas ieslēgta starp katodu un anodsprieguma avota negatīvo polu. Tikai šeit katoda potenciāls nepārtraukti izmainās (tāpat kā kenotronam ar tiešo kvēli), tāpēc nobīdes pretestību pievieno nevis kvēldieģa vienam galam, bet gan kvēles tinuma viduspunktam. Tagad tu zini visu, kas tev jāzina par radiouztvērēja barošanu.

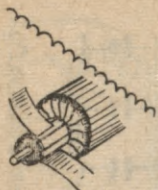
NEZINIS IZDARA NEPIEDODAMU KĻŪDU

N. — Es tam nepiekrītu. Neaizmirsti, ka manam tēvocim, kas ir mākslinieks humorists, apsoliju samontēt radiouztvērēju, bet viņš var izmantot tikai 110 V sprieguma līdzstrāvas tīklu.

Z. — No tā maz labuma, jo līdzstrāvas tīklā par sprieguma paaugstināšanu nav ko domāt, ja neizmanto ar maiņstrāvas ģeneratoru savienotu līdzstrāvas elektrodzinēju.

N. — Bet transformators? ...





Z. — Nezinī! Klausoties tavās muļķībās, man jāsarst. Tātad tu, nelaimīgais, esi aizmirsis, ka transformatora darbība pamatojas tikai uz indukcijas principu un ka indukciju var novērot, tikai strāvai izmainoties.

N. — Jā. Patiesi. Es par to neesmu padomājis. Tātad transformators līdzstrāvai neder. Bet ko tad darīt?

Z. — Izmantot esošo spriegumu, pēc iespējas samazinot visus sprieguma zudumus. Par laimi, ir speciālas radiolampas, kurām pat ar 100 V anodspriegumu ir augsts lietderības koeficients. Pats par sevi saprotams, ka «iztaisnot» līdzstrāvu nav nekādas vajadzības, bet toties to vajag filtrēt.

N. — Filtrēt līdzstrāvu?! ... Bet tā taču ir līdzstrāva!!!

Z. — Nenervozē, draudziņ! Elektriskā tīkla līdzstrāvai tiešām ir niecīgas svārstības, kas rodas tās iegūšanas procesā. Tā saucamie līdzstrāvas generatori faktiski ražo maiņstrāvu, ko iztaisno sinhronais taisngriezis un ko sauc par «kolektoru».

N. — Tas ir velnišķīgi sarežģīti, un es neko nesaprotu.

Z. — Tu mani saprastu, ja tev būtu kaut elementāra jēga par strāvas generatoriem. Bet tas, mācoties radiotehniku, nav nemaz vajadzīgs. Tev jāzina tikai, ka līdzstrāvas elektriskā tīkla spriegumam ir nelielas pulsācijas un, pirms to izmanto, radiolampu barošanai jālieto filtrs, kā parādīts 89. zīmējumā.

N. — Jā, bet kā paliek ar kvēles spriegumu?

Z. — Līdzstrāva šai ziņā nav tik izdevīga kā maiņstrāva. Tā kā to nevar pazemināt ar transformatoru, jāizmanto sprieguma dzēšanas paņēmieni. Šim nolūkam jāizmanto rūpīgi aprēķinātas pretestības, kuras dzēsīs sprieguma pārpalikumu. Starp citu, līdzstrāvas kvēlei izmanto radiolampas, kuru kvēldiegi paredzēti dažu desmitu voltu spriegumam. Beidzot, šo radiolampu kvēldieģus var saslēgt virknē. Tā piecām radiolampām ar 20 V kvēli jau ir vajadzīgi 100 V. Var bez kāda riska tām pievadīt 110 V no elektriskā tīkla, ko izmanto tavs tēvocis.

N. — Tātad jāizmanto tāds pats princips kā rotājot eglīti ar virknē slēgtām apgaismošanas spuldzītēm, kurām zems kvēles spriegums.

Z. — Jā, protams. Bet tagad, Nezinīt, kad tev ir atklāti visi noslēpumi, kā barot radioaparātu no maiņsprieguma un līdzsprieguma tīkliem, vai es varēšu atpūsties? ...



Sai sarunā mūsu draugi sāk iztīrīt frekvenču pārveidošanas principu, pēc kāda strādā radiouztvērēji, kurus sauc par «superheterodīniem». Šīs sarunas sākumā Nezinim, tāpat arī lasītājam, būs jāsasprindzina uzmanība. Tiklīdz šis kritiskais punkts būs jau aiz muguras, nebūs nekā vienkāršāks kā saprast tālāk aplūkojamās shēmas ar visām oktodēm un heptodēm, ko tajās izmanto.

NEZINIS SANIKNO SAVU KAIMIŅU

Nezinis. — Es negribu, ka mani daudzina par mocekli, un tomēr man liekas, ka es esmu zinātnes upuris.

Zinis. — Kāpēc tad tā, mans nabaga Nezinīt?

N. — Tikko izgājis no dzīvokļa, satiku uz kāpnēm savu kaimiņu, kas saniknots draudēja saplūnīt mani aiz ausīm, ja kaut vēlreiz manas vainas dēļ sāks svilpt viņa radiouztvērējs. It kā es varētu likt svilpt, dziedāt vai raudāt viņa muzikālajai vācīlei!!!

Z. — Tev nav taisnība, Nezinīt. Tavs reģeneratīvais uztvērējs (par ko man bija jau jādzird rūgti pārmetumi no tavas mātes) var piespiest svilpt visu tavu kaimiņu radiouztvērējus. Ja pašierosināšanās punkts pārkāpts, tavs reģeneratīvais uztvērējs darbosies kā mazs raidītājs. Atceries mūsu trīspadsmīto sarunu.

N. — Ko tu saki? Pieņemsim pat, ka citi radiouztvērēji uz tver mana uztvērēja izstarotos viļņus. Tas tomēr nedrīkst radīt ne mazākās skaņas, jo izstarotie radioviļņi ir tīras augstfrekvences svārstības bez kaut kādas modulācijas.

Z. — Jā. Tavs raidītājs tiešām izstaro nemitētas augstfrekvences svārstības. Šo signālu pēc detektēšanas tava kaimiņa radiouztvērējā tiešām nevarētu dzirdēt, ja tas nepārkļūtos ar augstfrekvences strāvām no raidstacijām, kuras tavs kaimiņš vēlas uztvert. Bet, kad divu dažādu frekvenču maiņstrāvas savstarpēji pārklājas, tad tiek novērota t. s. interferences sitienu parādība, kuras rezultātā var izveidoties rezultējošā strāva ar dzirdamas frekvences svārstībām.

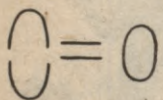
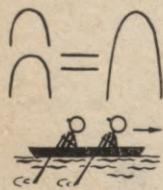
N. — Tas ir dīvaini. Man liekas, ka, divām augstfrekvences svārstībām savstarpēji pārklājoties, jāizveidojas svārstībām ar vēl lielāku frekvenci.

Z. — Ja vēlies, aplūkosim šo jautājumu sīkāk. Pieņemsim, ka mums ir divas augstfrekvences maiņstrāvas, kuru frekvences (un tātad arī periodi) ir nedaudz atšķirīgas (f_1 un f_2 91. zīm.), un ka abas strāvas sākas vienā un tai pašā momentā. Sākumā to amplitūdas summējas un rezultējošā strāva ($f_1 - f_2$ 91. zīm.) pastiprinās. Bet pēc dažiem periodiem fāzes nobīde palielinās tik stipri, ka strāvu amplitūdas jau vairs nesummējas, bet, gluži otrādi, tiek viena no otras atskaitītas, jo strāvu amplitūdas vērstas pretējos virzienos. Rezultējošās strāvas amplitūda samazinās līdz minimumam, kad abu strāvu amplitūdas ir precīzi pretēji vērstas. Taču fāzes nobīde turpina palielināties un pamazām amplitūdu atskaitīšanās sāk samazināties, kamēr strāvas sāk atkal summēties, sasniedzot maksimumu tai momentā, kad abas strāvas atkal precīzi sakrīt fāzē. Pēc tam viss sākas

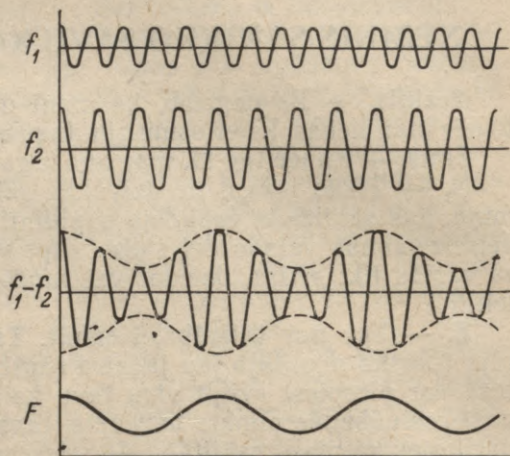


no jauna, jo fāzu nobīde starp abām strāvām mainās nepārtraukti.

Tu redzi, ka rezultējošā strāva it kā pulsē, t. i., tai amplitūda periodiski palielinās līdz noteiktam maksimumam un samazinās līdz noteiktam minimumam ar frekvenci, kas ir ievērojami zemāka nekā mūsu sākotnējo (f_1 un f_2) strāvu frekvence. Ja rezultējošo strāvu izdetektētu frekvences pārveidotājā (jaucējā), tad iegūtu strāvu ar frekvenci F , kas raksturo pulsāciju amplitūdas izmaiņu (91. zīm.). Šī frekvence F vienāda ar sākotnējo strāvu (komponentu) frekvenču starpību.



91. zīm. Divas svārstības f_1 un f_2 izveido sarežģītu rezultējošo svārstību $f_1 - f_2$, kas pēc detektēšanas dod strāvu F .



N. — Cik tas ir ārkārtīgi sarežģīti. Es centīšos to saistīt ar konkrētu piemēru. Iedomāsimies divus airētājus, kuri, neizņemot airus no ūdens, airē nedaudz atšķirīgā ritmā. Domāju, ka tad tāpat izveidosies «sitieni». Tiklīdz airētāju kustības sakritīs, viņu mazā laiviņa sāks virzīties uz priekšu straujāk. Pēc tam kad airētāju saskaņotās kustības kļūs neritmiskas un parādīsies fāzes nobīde, laivas kustības ātrums samazināsies. Beidzot, airētāju kustības kļūs savstarpēji pretējas un laiva apstāsies. Pamazām airu kustības kļūs saskanīgākas un laiva sāks atkal kustēties. Tādējādi laiva visu laiku pārmaiņus gan kustēsies, gan apstāsies.

Z. — Redzu, ka tu esi sapratis interferences parādības, kas rodas, periodiskām svārstībām, kurām atšķirīgas frekvences, summējoties.

Pieņemsim tagad, ka tavš kaimiņš klausās pārraidi 1 000 000 Hz frekvencē un ka tavš reģeneratīvais uztvērējs izstaro svārstības 1 005 000 Hz frekvencē. Summējoties abas augstfrekvences strāvas tava nelaimīgā kaimiņa radiouztvērējā radīs strāvu, kuras frekvence ir vienāda ar uztveramo frekvenču starpību: $1\ 005\ 000 - 1\ 000\ 000 = 5\ 000$ Hz.

Šī rezultējošā 5000 Hz frekvences strāva ir skaļrunī lieliski dzirdama kā spalgs augsta toņa svilpiens. Lūk, kādā veidā tu terorizē savu kaimiņu.

N. — Varu tev apliecināt, ka esmu grēkojis netišām, neko nezinādams, un tagad, kad es zinu...

Z. — ...tu viegli varēsi izprast superheterodīna radiouztvērēja darbību, kas dibinās uz interferences parādību.

N. — Tātad šis radiouztvērējs vienmēr svilpj?

Z. — Nē... vai, ja vēlies, tas ir uztvērējs, kura svilpienu nevar sadzirdēt.

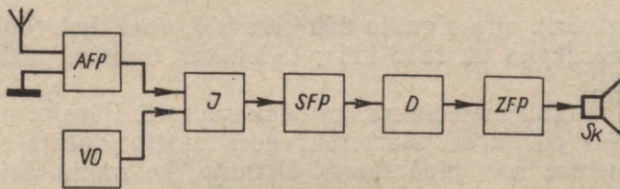
N. — Un pēc šādiem paskaidrojumiem tu turpināsi vēl apgalvot, ka radio — tas ir ļoti vienkārši!...

NO AUGSTFREKVENCES CAUR STARPFREKVENCI PIE ZEMFREKVENCES

Z. — Nedusmojies, mans draugs. Superheterodīnos interferences sitienus izraisa uztvertās raidstacijas augstfrekvences strāva un augstfrekvences strāva, ko ģenerē neliels oscilators, t. s. heterodīns, pašā radiouztvērējā. Tikai heterodīnu noskaņo tādai frekvencei, lai rezultējošā sitieņu frekvence būtu relatīvi augsta, augstāka par 100 kHz (parasti apmēram 465 kHz); šādas frekvences strāvu skaļrunī, protams, nesadzirdēsi.

N. — Es neredzu nekādas jēgas uztvertās augstfrekvences nomaiņā ar mazāk augstu, bet vēl nedzirdamu frekvenci.

Z. — Atļauj man dažos vārdos tev izskaidrot superheterodīna darbības principu, tad tev viss kļūs skaidrs. Aplūkosim 92. zīmējumā attēloto superheterodīna blokshēmu.



92. zīm. Superheterodīna blokshēma.

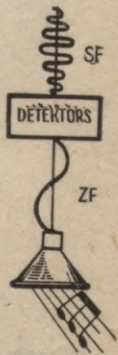
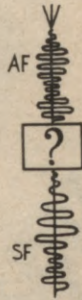
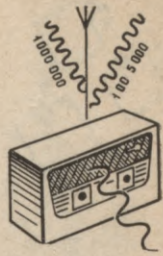
AFP — augstfrekvences pastiprinātājs; VO — vietējais oscilators;
I — jaucējs; SFP — starpfrekvences pastiprinātājs; D — detektors;
ZFP — zemfrekvences pastiprinātājs; SK — skaļrunis.

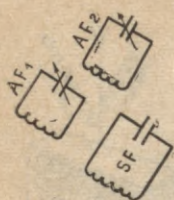
No vienas puses, mums ir augstfrekvences strāva, ko antēnā inducē raidītāja radioviļņi, bet, no otras puses, — strāva ar nedaudz atšķirīgu frekvenci, ko ražo vietējais heterodīns. Šīm abām strāvām savstarpēji pārklājoties, izveidojas trešā strāva ar frekvenci, ko sauca par starpfrekvenci (SF). Šī strāva ir tāpat modulēta kā sākotnējā strāva antēnā, jo izdarītā pārveidošana neietekmē modulāciju, kas rodas, studijas mikrofonam iedarbojoties uz augstfrekvenci.

Un tomēr starpfrekvenci ir daudz vieglāk pastiprināt nekā no antenas iegūto strāvu, jo parazitiskās kapacitātes izpaužas mazāk (izņemot gadījumus, kad šīs strāvas frekvence ir zemāka par SF). Šo strāvu pastiprina starpfrekvences pastiprinātāja pakāpēs, tālāk detektē kā jebkuru modulētu augstfrekvenci, pēc tam izdalīto zemfrekvenci pastiprina zemfrekvences pastiprinātāja pakāpēs un pievada skaļrunim.

N. — Acīmredzot superheterodīns ir ārkārtīgi sarežģīta ierīce.

Uztvērējos, kurus līdz šim aplūkojām bija augstfrekvences pakāpes, detektora un zemfrekvences pakāpes, turpretī superheterodīna uztvērējā ir vietējais heterodīns, frekvences pārveido-





tājs, starpfrekvences pastiprinātāja pakāpes, detektora pakāpe un zemfrekvences pastiprinātāja pakāpes. Šādu uztvērēju noskaņot laikam ir ļoti grūti, jo tā vietā, lai noskaņotu vienai frekvencei, kā to darījām līdz šim, superheterodīna ieejas kontūrs jānoskaņo uztveramās raidstacijas frekvencei, heterodīna kontūrs jānoskaņo citai frekvencei, bet starpfrekvences pastiprinātāja kontūri — trešajai frekvencei.

NEZINI APBUR SUPERHETERODĪNS

Z. — Nomierinies. Es tev neesmu vēl atklājis vienu no galvenām superheterodīna priekšrocībām: starpfrekvences pastiprinātāja kontūri noskaņoti reizi par visām reizēm uz vienu un to pašu nemainīgu frekvenci. Heterodīnu noskaņo tā, lai ar katru uztverošo frekvenci tā strāva, summējoties ar antenas strāvu, dotu vienmēr vienu un to pašu rezultējošo frekvenci, t. i., starpfrekvenci.

N. — Es domāju, ka šeit nebūtu lieks skaitlisks piemērs.

Z. — Pieņemsim, ka mums ir superheterodīns, kura starpfrekvences pakāpes noskaņotas 465 kHz frekvencei. Lai uztvertu raidstaciju 600 kHz frekvencē (viļņa garums 500 m), heterodīns jānoskaņo 1065 kHz frekvencei; tad rezultējošā frekvence būs vienāda ar abu frekvenču komponentu starpību: $1065 - 600 = 465$ kHz.

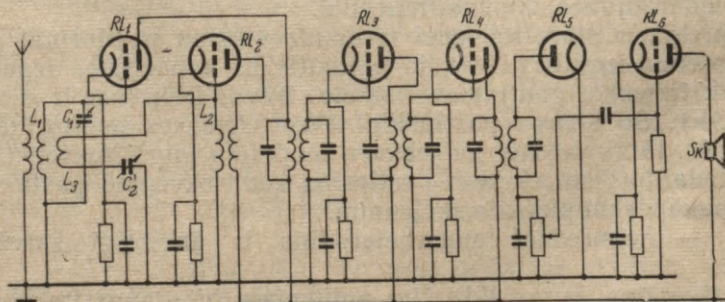
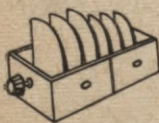
Lai uztvertu citu signālu 850 kHz frekvencē, heterodīna frekvence jāpārskaid uz 1315 kHz; tad atkal iegūsim $1315 - 850 = 465$ kHz.

N. — Tagad man liekas, ka sāku saprast. Pārejot no vienas raidstacijas pie otras, starpfrekvences pastiprinātāja svārstību kontūri nemaz nav jāpārskaid. Domāju, ka mums šeit nemaz nav jāizmanto maiņkondensatori, ja jau kontūra noskaņojums nav jāmaina.

Tātad superheterodīnā ir tikai divi kontūri, kuri jāpārskaid: ieejas kontūrs (ko noskaņo uztveramajam signālam) un heterodīna kontūrs (kas jānoskaņo frekvencei, kura lielāka vai mazāka nekā uztveramais signāls par starpfrekvences tiesu).

Tādējādi noskaņošanās, izrādās, ir ļoti vienkārša.

Z. — Vēl vienkāršāka, nekā tu iedomājies. Abus kondensatorus noskaņo ar vienu un to pašu noskaņošanas pogu. Turklāt noskaņošanās frekvenču starpība ir nemainīga. Tā nav atkarīga no maiņkondensatora rotora stāvokļa.



93. zīm. Superheterodīna shēma, kurā vietējais oscilators darbojas ar atsevišķu radiolampu.

N. — Bet kādā veidā sasniedz abu svārstību pārklāšanos (summēšanos)?

Z. — Pastāv tūkstoš un viens frekvences pārveidošanas paņēmieni; princips visiem aptuveni vienāds. Tāpēc pietiekami, ja aplūko galvenos un visizplatītākos paņēmienus.

Superheterodīna darbības principu labi raksturo viena no visvecākajām shēmām (93. zīm.). Heterodīna (kas darbojas ar atsevišķu radiolampu RL_2) kontūrā L_2C_2 ieslēgta maza saites spoļe L_3 , kas induktīvi saistīta ar ieejas kontūra spoļi L_1 . Ar šo saiti heterodīna svārstības tiek inducētas ieejas kontūrā L_1C_1 . Tādējādi radiolampas RL_1 tīkliņam tiek vienlaicīgi pievadīti divi maiņspriegumi: spriegums, kas inducējas antenā, un heterodīna spriegums. Radiolampa RL_1 darbojas kā anoda detektors; to sasniedz, ar katoda pretestību iestādot vajadzīgo nobīdi.¹ Detektējot abas svārstības, ko pievada lampas RL_1 tīkliņam, izveidojas starpfrekvence.

Radiouztvērēja shēmā ir vēl divas starpfrekvences pastiprināšanas pakāpes (RL_3 un RL_4) ar noskaņotu transformatoru saiti, bez tam detektors (RL_5) un zemfrekvences pastiprinātājs (RL_6).

N. — Apskatot shēmu, redzu, ka starpfrekvences pastiprinātāja pakāpēs ir seši noskaņoti svārstību kontūri. Domāju, ka šādam radiouztvērējam ir ļoti laba selektivitāte.

Z. — Protams. Šeit izpaužas vēl viena superheterodīna priekšrocība. Tiešā slēguma radiouztvērējos nevar palielināt noskaņojamo kontūru skaitu kaut vai tādēļ, ka vienlaicīgi tos ar maiņkondensatoriem noskaņot ir grūti. Taču superheterodīnos nekas netraucē svārstību kontūru skaitu palielināt, tāpēc ka to noskaņošana vismaz uz starpfrekvenci paliek nemainīga.

N. — Es jūtu, ka superheterodīns ar savām priekšrocībām mani ir apbūris. Vai varu sākt montēt radiouztvērēju pēc 93. zīmējumā parādītās shēmas?

TIKLIŅI VAIROJAS

Z. — Pat nesapņo! Šai shēmai ir daudz trūkumu. Jau sen zinām radiolampas elektrodām nepievada divas svārstības. Tāpat arī neizveido tik stipru saiti starp ieejas svārstību kontūru un oscilatora svārstību kontūru.²

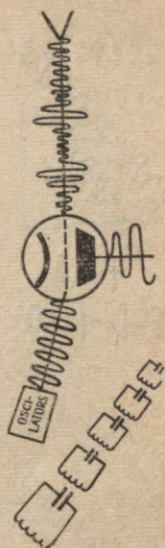
N. — Stiprai saitei ir trūkumi?

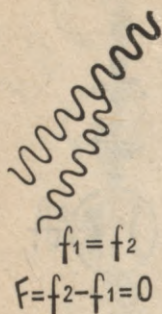
Z. — Jā, un nopietni. Tā kā kontūru rezonanses frekvences neatrodas tālu viena no otras, oscilators var sākt ģenerēt svārstības nevis kontūra L_2C_2 frekvencē, bet gan svārstības ar ieejas kontūra L_1C_1 frekvenci. Tad frekvences pārveidošana izpaliks. Šo parādību sauc par svārstību līdzvilkšanos.

N. — Cik tas nepatīkami. Bet es nevaru iedomāties citu svārstību pārklāšanās veidu kā tikai induktīvu saiti starp ieejas un oscilatora kontūru.

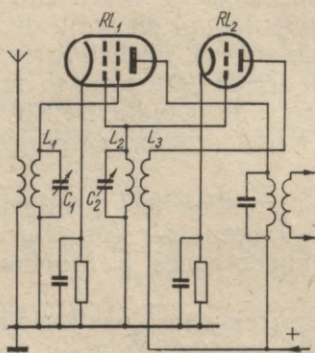
¹ Šeit anoda detektors izpilda frekvences pārveidotāja (jaucēja) funkcijas. (Tulk. piez.)

² Teiktais, protams, attiecas uz radiolampām. Izmantojot tranzistorus, kuriem ir tikai trīs elektrodi, visvecākā superheterodīna shēma, ko 1918. gadā izgudroja Armstrongs un Levi, joprojām ir ļoti populāra, jo turpmāk izklāstītie shēmas trūkumi tiek efektīvi novērsti. (Tulk. piez.)

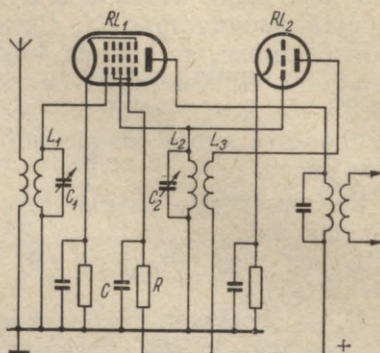




Z. — Var izmantot daudztīkliņu radiolampas, vienkāršākā gadījumā ar diviem tīkliņiem. Oscilatora svārstības tiek pievadītas pirmajam tīkliņam (94. zīm.), bet uztvertā signāla svārstības — otrajam tīkliņam. Tādējādi divas svārstības vienlaicīgi iedarbojas uz anodstrāvu, kas faktiski ir rezultējošā strāva. Kā redzi, šai shēmā nav induktīvas saites starp kontūriem L_1C_1 un L_2C_2 .



94. zīm. Frekvenču pārveidošana ar divtīkliņu radiolampu RL_1 un oscilatoru RL_2 .



95. zīm. Ievērojami pilnīgāka frekvenču pārveidošanas shēma ar heksodi.

N. — Jā, patiesi. Divas svārstības ietekmē anodstrāvu neatkarīgi viena no otras.

Z. — Šo shēmu, kas kādreiz bija ļoti populāra, tagad arī vairs neizmanto. Tās galvenais trūkums ir stiprā parazitiskā saite starp svārstību kontūriem. Šeit vainojama...

N. — Es varu iedomāties: kapacitāte starp abiem tīkliņiem. Vai tā ir?

Z. — Tev taisnība. Un, tā kā tu veiksmīgi uzminēji manas domas, pamēģini šeit rast izeju.

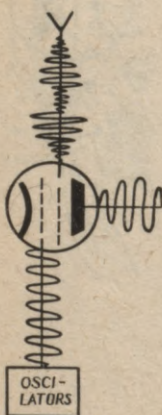
N. — Tas ir viegli. Starp abiem tīkliņiem jāizvieto tikai atdalītāja sienīņa, citiem vārdiem, ekranējošs tīkliņš.

Z. — Vēl efektīvāks paņēmieni būtu, ja vienu no tīkliņiem — oscilatora tīkliņu ievietotu starp diviem ekranējošiem tīkliņiem un turklāt vēl pievienotu antinātrona tīkliņu.

N. — 95. zīmējumā redzams, ka šis tīkliņš, kas veido daudzkārtainu sviestmaizi, anodam ir vistuvāk. Starp citu, es šai apstākli neredzu nekādas neērtības. Bet kā tad sauc šādu radiolampu ar septiņiem elektrodiem?

Z. — Tā ir heksode. Abus ekrāntīkliņus uzskata par vienu, tāpēc var saskaitīt sešus elektrodus¹. Bet grieķu valodā heksa ir seši. Šādā radiolampā par parazitisko saiti starp uztverošo kontūru un oscilatora kontūru, kas darbojas ar triodi, nav jābaidās. Turklāt bez kaut kāda riska triodi var izvietot vienā ba-

¹ Dažreiz tā tomēr nerīkojas un uzskaita abus ekrāntīkliņus atsevišķi. Tādā gadījumā radiolampu sauc par heptodi (no grieķu *hepta* — septiņi). (Tulk. piez.)



Ionā ar heksodi, abām radiolampām izmantojot kopēju katodu. Šādu triodi-heksodi mūsdienu radiouztvērējos izmanto visbiežāk.

N. — No 95. zīmējuma var spriest, ka abi ekrāntīkliņi savienoti jau pašā radiolampas balonā.

Z. — Tā ir ērtāk, jo spriegums uz abiem tīkliņiem, kuru iestāda ar kondensatora C nobloķēto pretestību R , ir vienāds.

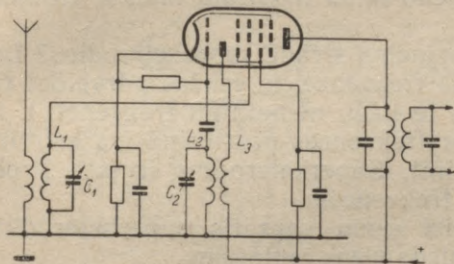
TĪKLIŅU VALSTĪBĀ

N. — Triode-heksode ir ļoti sarežģīta sistēma, kurā ir astoņi elektrodi. Vai no tiem nevar sastādīt vienu elektrodu sistēmu un atsacīties no divām blakus esošām sistēmām? Varētu samazināt, piemēram, triodes anoda izmērus tā, lai tie būtu pietiekami tikai oscilatora pašerosmei. Elektronu plūsma tad netraucēti virzītos pie nākamajiem heksodes sistēmas elektrodiem: uz pirmo ekrāntīkliņu, uz tīkliņu, kuram tiek pievadīts uztveramais signāls...

Z. — ... un kuru sauc par stūrējošo tīkliņu...

N. — Pateicos! Un, beidzot, uz otro ekrāntīkliņu un anodu.

Z. — Tu tikko, mīlais Nezinīt, atkārtoti izgudroji heptodi (radiolampu ar septiņiem elektrodiem). Un, ja tu vēl pievienosi bremsētīkliņu (antidinatrona tīkliņu), tu iegūsi oktodi — radiolampu ar astoņiem elektrodiem (96. zīm.).



96. zīm. Frekvenču pārveidošanas shēma ar oktodi.

N. — Un tāda radiolampa pastāv?

Z. — Labāk sacīt, bija, jo mūsdienās ir atteikušies kā no heptodēm, tā arī no oktodēm, dodot priekšroku triodēm-heksodēm, kuras nodrošina visminimālāko saiti starp uztverošajiem signāliem un oscilatora svārstībām.

N. — Mani nomāc tāda tīkliņu pārpilnība. Lai labāk orientētos šai shēmā, pacentīšos pats formulēt oktodes elektrodu funkcijas: 1) katods, kas acīmredzot domāts elektronu emisijai; 2) vietējā oscilatora pirmais tīkliņš; 3) neliels oscilatora anods; 4) pirmais ekrāntīkliņš, kas paredzēts parazitiskās kapacitātes novēršanai starp oscilatora tīkliņu un stūrējošo tīkliņu, kuram pievada svārstības no antenas; 5) stūrējošais tīkliņš, kuram pievada svārstības no antenas; 6) otrais ekrāntīkliņš, kas domāts elektronu paātrināšanai; 7) bremsētīkliņš jeb antidinatrona tīkliņš, kas otro ekrāntīkliņu aizsargā no sekundāriem elektroniem, kas izlido no anoda; 8) anods, no kura noņem rezultējošo starpfrekvences strāvu.

Z. — Teicami. Redzu, ka tu to esi pareizi apguvis.

N. — Un tomēr es nesaprotu, kā paši elektroni šajos tīkliņos var orientēties un neapmaldās?



Nezinis ilgi domāja par superheterodīnu un atrada tam nopietnu defektu. Par laimi, Zinis pārvar visus šķēršļus. Rezultātā mūsu draugiem izdodas uzzīmēt praktiski realizējamu shēmu. Lai sarunu pabeigtu, Zinis savam skolniekam pastāsta par dažādu skaļruņu uzbūvi un to darbības principiem. Bet ar to sarunas vēl nebeidzās...



STĀSTS PAR KĀDU LAUPĪTĀJU

Nezinis. — Es ar pūlēm vēlreiz galvā pārcilāju to, ko uzzināju par superheterodīnu. Par laimi, man šeit palīdzēja mana erudīcija seno laiku vēsturē.

Zinis. — Zvēru pie oktodes, es neredzu nekāda sakara starp...

N. — Nenervozē. Superheterodīns man atgādina kādu simpātisku antīko laiku gangsteri, ko sauca par Prokrustu. Viesmīlības jūtas viņam bija stipri attīstītas. Viņš lika saviem «viesiem» gulties dzelzs gultā un nocirta tiem kājas, ja tās bija garākas par gultu. Bet, ja tās gultas galu nerasniedza, tad viņš tās izstiepa.

Z. — Jā. Stāsts par šo seno laiku laupītāju man ir zināms, bet...

N. — Liekas, ka pēc šī principa strādā superheterodīns? Lai kāda būtu uztveramā signāla frekvence, to cenšas pārveidot tā, lai vienmēr iegūtu vienu un to pašu nemainīgu frekvenci, t. i., tādu, uz kuru noskaņoti starpfrekvences pastiprinātāja kontūri.

Z. — Tev taisnība, Nezinīt. Superheterodīns ir īsta Prokrusta gulta dažādo raidītāju frekvencēm.

N. — Nezinu, vai pareizi esmu sapratis superheterodīna darbības principu, bet mani tirda viens jautājums.

Z. — Un tas būtu, draudziņ?

N. — Pieņemsim, ka starpfrekvence ir 100 kHz un ka mēs vēlamies klausīties pārraidi 1 MHz frekvencē. Šim nolūkam vietējais oscilators jānoskaņo 900 kHz frekvencei, jo tad starpība starp frekvencēm ir tieši 100 kHz. Bet iedomāsimies vēl, ka cita raidstacija darbojas ar 800 kHz. Arī tās signāls nokļūs jaucējlampā. Šī frekvence, pārklājoties ar oscilatora frekvenci, radīs 100 kHz rezultējošu frekvenci. Tādējādi arī 800 kHz raidstacijas signāls iekļūs starpfrekvences pastiprinātāja pakāpēs un būs dzirdams skaļrunī.

Z. — Tavi secinājumi ir pareizi. Tiešām, katrai vietējā oscilatora frekvencei atbilst divas ieejas signāla frekvences, kas dod vienu un to pašu starpfrekvenci. Pirmajam signālam frekvencē ir augstāka par oscilatora frekvenci, bet otram — zemāka. Tās sauc par **s p o g u ļ f r e k v e n c ē m**.

N. — Bet klausīties vienlaicīgi divas pārraides ir diezgan apnicīgi.

Z. — Es tev pilnīgi piekritu. Un tomēr arī šeit ir līdzeklis: jādara tā, lai uz jaucējlampu nokļūtu tikai vajadzīgā, uztveramā frekvence.

Tu laikam ievēroji, ka intervāls starp divām spoguļfrekvencēm vienāds divkārsotai starpfrekvences vērtībai. Ja izvēlas pie-

$$\begin{aligned} 1000\ 000 - 900\ 000 \\ = 100\ 000 \\ 900\ 000 - 800\ 000 \\ = 100\ 000 \\ * \end{aligned}$$



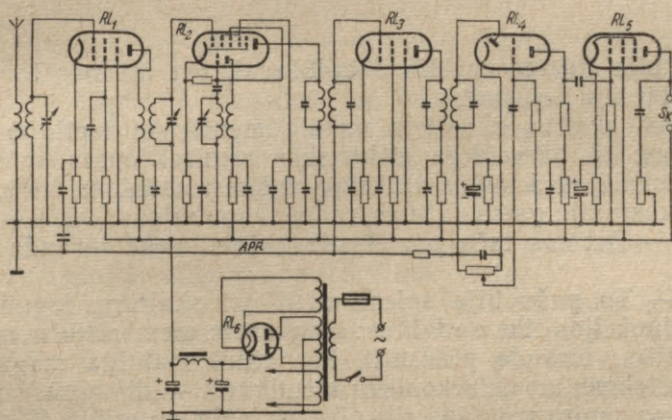
tiekami lielu starpfrekvenci, piemēram, 465 kHz, tad spoguļfrekvences atradīsies 930 kHz attālumā viena no otras. Augsti selektīvs svārstību kontūrs radiouztvērēja ieejā, ko sauc par preselektoru, stipri vājinās spoguļuztveršanas iespēju. Otrs variants, kā novērst traucējošo spoguļfrekvenci, ir izmantot iepriekšēju augstfrekvences pastiprināšanas pakāpi ar selektīviem kontūriem.

N. — Es dodu priekšroku pēdējam paņēmienam. Man šķiet, ka, pirms pārveidot no antenas pienākošā signāla frekvenci, kas garajā ceļojumā no raidītāja līdz uztvērējam ir novājināts, tā nedaudz jāpastiprina...

Vai tu nedomā, ka tagad, kad mēs jau tik daudz zinām par superheterodīnu, nav pienācis laiks padomāt par radiouztvērēju manai krustmātei? Viņa taču tik ilgi to gaida. Vai tu vari uzzīmēt shēmu?

KRUSTMĀTES RADIOUZTVĒRĒJS

Z. — Lūk, šeit tā pilnīgā shēma (97. zīm.). Kā redzi, tā sastāv no šādiem blokiem: augstfrekvences pastiprinātāja pakāpes (augstfrekvences pentode RL_1), jaucēja (triode-heksode RL_2), starpfrekvences pastiprināšanas pakāpes (pentodes RL_3), detektēšanas un zemfrekvences iepriekšējās pastiprinātāja pakāpes



97. zīm. Superheterodīna shēma ar augstfrekvences pastiprinātāja pakāpi un frekvenču pārveidotāju (jaucēju) ar triodi-heksodi.

(kombinēta radiolampa diode-triode RL_4) un, beidzot, zemfrekvences izejas pakāpes (zemfrekvences pentode RL_5). Visi šie bloki kā atsevišķas shēmas sastāvdaļas tev jau labi pazīstami, ieskaitot arī maiņstrāvas tīkla barošanas bloku (kenotrons RL_6).

STĀSTS PAR SKAĻRUNI

N. — Ne visi, draudziņ. Tavā shēmā es redzu man nepazīstamu elektrisku ķēdi ar divainu apzīmējumu — APR. Un arī par skaļruni tu man neko neesi vēl stāstījis.

SPOGULFREKVENĒI
IEEJA
AIZLIETA





Z. — Nesteidzies, Nezinīt. *APR* — tas ir viens no pilnveidojumiem, kas uzlabo radiouztvērēja darbu. Bet par to mēs parunāsim pēc tam, kad būsīm iepazinušies ar skaļruņa darbu.

N. — Man tā šķiet, ka skaļrunis konstruēts pēc tāda paša principa kā telefona austiņas, tikai tajā izmantoti spēcīgāki magnēti un lielāka membrāna.

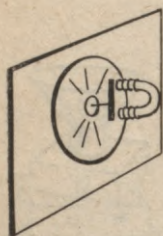
Z. — Tieši tā bija konstruēti pirmie skaļruņi. Bet, lai palielinātu skaņas stiprumu, tiem pierīkoja no vecu vecā gramofona patapinātos garos ruporus, saliektus kā gulbja kaklus (98. zīm.).



98. zīm. Elektromagnētiskais skaļrunis ar ruporu.



99. zīm. Elektromagnētiskais skaļrunis ar konisko difuzoru.



Skaņa bija līdzīga metāla šķindēšanai, bet arī par to pirmie klausītāji bija sajūsmā.

Šādos skaļruņos nelielā metāla membrāna izpildīja divas funkcijas: tā pārveidoja elektriskās zemfrekvences svārstības mehāniskajās svārstībās un tālāk ar šīm mehāniskajām svārstībām iekustināja gaisa daļiņas, radot skaņu viļņus.

N. — Bet tas taču par daudz tādām nieka tērauda gabaliņam!

Z. — To pašu bija spiesti atzīt arī skaļruņa izgudrotāji. Tāpēc funkcijas tika sadalītas: universālo membrānu nomainīja ar elastīgu tērauda plāksnīti, kas vibrē mainīga magnētiskā lauka ietekmē, un lielu konisku membrānu — difuzoru, ko izgatavoja no papīra vai kāda cita tikpat viegla materiāla (99. zīm.).

Difuzoru ar plāksnīti vibratoru savienoja tievs stienītis, pa kuru plāksnītes vibrācijas pievadīja difuzoram, bet tālāk arī apkārtējām gaisa daļiņām.

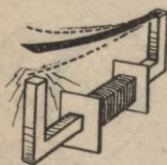
N. — Man liekas, ka tas viss ir ļoti labi. Kāpēc tad tu runā par šiem skaļruņiem kā par kaut ko pagājušu?

Z. — Tāpēc, ka šādus skaļruņus vairs nelieto, jo tiem ir nopietns trūkums, un proti: vibrējošai plāksnītei ir pārāk maza svārstību amplitūda. Vibrējot pārāk spēcīgi, plāksnīte atdurās pret magnēta poliem.

N. — Bet vai tad to nevarēja nostiprināt tālāk no magnēta?

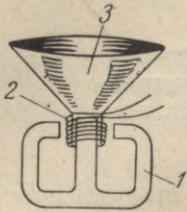
Z. — Palielinot attālumu, samazinās magnētiskā lauka spēks, bet tas savukārt izraisa vibrāciju amplitūdas sarukšanu. Tātad pēc tava priekšlikuma atradīsimies it kā starp divām ugunīm.

N. — Vai galu galā izgudroja kādu sistēmu, kurai šo trūkumu nav?

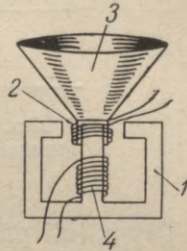


MŪSDIENU SKAĻRUNIS

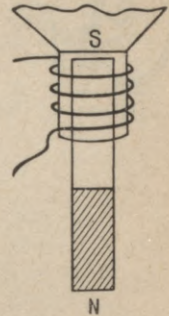
Z. — Elektromagnētisko skaļruni, kas bija konstruēti pēc tiem pašiem vecajiem principiem kā telefona austiņas, ar lielām sekmēm aizstāja elektrodinamiskais skaļrunis. Šāds skaļrunis sastāv no elektromagnēta vai magnēta, skaņu spolītes, kura atrodas ļoti spēcīgā magnētiskā laukā, un difuzora (100. zīm.).



100. zīm. Elektrodinamiskā skaļruņa uzbūve.
1 — magnēts; 2 — skaņu spolīte; 3 — difuzors.



101. zīm. Elektrodinamiskais skaļrunis ar magnetizēšanas tinumu.
1 — magnēts; 2 — skaņu spolīte; 3 — difuzors; 4 — priekšmagnetizācijas tinums.



Caur skaņu spolīti plūst zemfrekvences strāva, tāpēc šī spolīte kļūst par savdabīgu «magnētiņu», kura polaritāte nepārtraukti izmainās. Tāpēc tā pievelkas pie magnēta, kas cenšas to brīžiem ievilkt spraugā, brīžiem atkal izgrūst no tās. Skaņu spolīte iesvārsta difuzoru, jo tā savienota ar difuzora centru. Kā redzi, šai gadījumā skaņu spolītes kustību ierobežo tikai difuzora elastība.

N. — Tas tiešām asprātīgi. Un tomēr zīmējumā redzams, ka skaņu spolītei magnēta spraugā maz vietas.

Z. — Tiešām, pastāvīgā magnēta radītais lauks koncentrējas, ja attālums starp magnēta poliem ir minimāls. Šim nolūkam, kā arī tāpēc, lai skaņu spolīte būtu pēc iespējas vieglāka, tai ir neliels vijumu skaits, kas uztīti vienā vai, lielākais, divās kārtās. Lai gan spolīte uztīta no samērā tieva vada, anodstrāva tai nekaitē. Lai caur skaņas spolīti plūstu tikai anodstrāvas mainīgā komponente, izmanto pazeminošo transformatoru, kas vajadzīgs arī daudzu citu iemeslu dēļ.

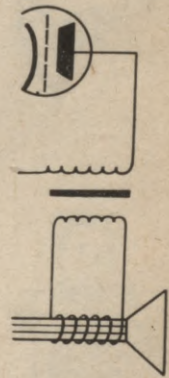
N. — Es domāju, ka pastāvīgajam magnētam jābūt pietiekami spēcīgam.

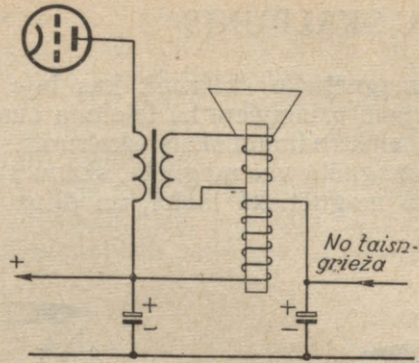
Z. — Tu nekļūdieš.

Agrāk, kad magnētisko sakausējumu (no kā izgatavoja spēcīgus pastāvīgos magnētus) izmaksa bija relatīvi dārga, bieži izmantoja elektromagnētus ar magnetizēšanas tinumu uz centrālā serdeņa (101. zīm.).

N. — Bet kur tad ņem strāvu magnetizēšanai?

Z. — Lielu skaļruņu barošanai izmantoja atsevišķu taisngriezi ar filtru, bet mazjaudīgiem radiouztvērēja skaļruņiem par magnetizēšanas strāvu var būt anodstrāva, ko izmanto visās radiolampās; magnetizēšanas tinums šai gadījumā bez tam vēl veic filtra droseles funkcijas (102. zīm.).





102. zīm. Shēma, kurā magnetizēšanas tinumu izmanto kā filtra droseli.

N. — Tas ir ļoti praktiski! Tādējādi magnetizēšanas strāvu iegūstam par brīvu.

Z. — Ne gluži. Uz magnetizēšanas tinuma taču izveidojas diezgan liels sprieguma kritums, kas jāievēro, aprēķinot taisngrieža bloku.

N. — Pēc iepazīšanās ar skaļruni, kas ir radiouztveršanas ķēdes pēdējais posms, liekas, ka tagad man viss ir skaidrs.

Z. — Patiesību sakot, ar to mēs varētu mūsu sarunas nobeigt, jo tu vispārīgos vilcienos tagad esi apguvis radiotehnikas pamatus. Bet mūsdienu radiouztvērējam ir vairāki elementi, kuru uzdevums ir vienkāršot apkalpošanu vai uzlabot skanējumu. Tāpēc, lai pilnveidotu tavas tehniskās zināšanas, mums būs vēl jāapskata tie elementi, kurus visvairāk lieto.



ASTONPADSMITĀ SARUNA

Uztveršanas skaļuma līmeņa izlīdzināšanas un regulēšanas problēmas ir viena no visinteresantākajām nodaļām radiotehnikā. Skaņas stipruma regulēšana ir vienkārša, bet uzturēt skaļumu pastāvīgā līmenī ir visai sarežģīti, jo pamiurumi (fedingi) ļoti spēcīgi ietekmē uztvertā signāla stiprumu... Zinis pastāstīs par šo nepatikamo parādību un paskaidros, kādā veidā modernos radiouztvērējos automatiskā pastiprinājuma regulēšana (APR) novērš pamiurumu ietekmi.

PĀRDOMAS PAR RADIOVIĻŅU ATSTAROŠANOS

Nezinis. — Tu man apsolīji pastāstīt par APR. Kas tas tāds ir?

Zinis. — Tas ir saīsināts termina automatiskā pastiprinājuma regulēšana apzīmējums. Šāda regulēšana uztur uztveršanas skaļuma līmeni vienmērīgu neatkarīgi no pamiuruma ietekmes.

N. — Bet es nezīnu, ko nozīmē pamiurums.

Z. — Radioviļņu pamiurums jeb fedings¹ ir jau sen zināma parādība: attālu raidstaciju uztvertā signāla intensitāte bez kaut kādiem redzamiem cēloņiem ievērojami izmainās. Šīs izmaiņas, kas var būt gan ilgstošas, gan īslaicīgas (dažreiz uztvertais signāls var pazust pavisam), zinātniekus ļoti ieinteresēja.

N. — Es domāju, ka uztveršanas pamiurumi stipri traucēja klausītājus. Šāda uztveršanas nepastāvība sevišķi skāra komponistus, kuru darbi tika izkropļoti. Bet es esmu pārliecināts, ka fedinga cēloņi un līdzekļi pret to jau ir atrasti.

Z. — Tā tas būtu, ja pamiuruma cēloņi būtu atkarīgi no radiatoraitāja vai uztvērēja. Bet šī parādība norisinās tieši starp tiem. Radioviļņi, kurus raidītājs noraida vienmērīgus, sasniedz radiouztvērēju ar ievērojamām intensitātes izmaiņām.

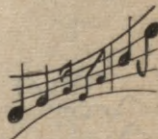
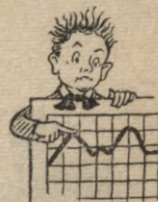
N. — Tātad tavs pamiurums vai fedings ir elektromagnētisko viļņu izplatīšanās anomālija?

Z. — Jā. Saskaņā ar jaunākām teorijām radioviļņi izplatās pa dažādiem ceļiem. Viens šāds «ceļš» iet paralēli Zemes virsmai; pa to izplatās t. s. virsmas viļņi. Tie diezgan strauji vājinās enerģijas absorbēšanās dēļ, jo visos vadītājos, kurus šie viļņi sastop savā ceļā, tie inducē augstfrekvences strāvas. Cita radioviļņa daļa — t. s. telpas viļņi no antenas izplatās pa «ceļu», kas ir zem lielāka vai mazāka leņķa pret Zemes virsmu...

N. — Šos radioviļņus mēs varam uzskatīt par zudušiem, jo tie aiziet laikam starplanētu telpā.

Z. — Tu maldies! Zināmā augstumā (aptuveni 120 km) telpas viļņi saduras ar jonizētas gāzes slāni, kas tiem izveido īstu spoguļi — tie no šī slāņa atstarojas atpakaļ uz Zemi. Šo spoguļi sauc par jonosfēru. Dažreiz dēvē arī par Hivisaīda — Kenelija slāni — to zinātnieku vārdā, kas pirmie bija paredzējuši tā pastāvēšanu (103. zīm.).

¹ No angļu *fading* — izzušana, dilšana. (Tulk. piez.)





103. zīm. Raidītāja A radioviļņi radio-
uztvērēja B antenā nonāk pa diviem
dažādiem ceļiem: izplatoties paralēli Ze-
mes virsmai (virsmas viļņi) un atsta-
rojoties no augšējiem atmosfēras slā-
ņiem (telpas viļņi).

N. — Tātad var gadīties, ka uz uztverošo antenu vienlaicīgi iedarbojas divējādi radioviļņi, kas nāk no viena un tā paša raidītāja: virsmas viļņi un jonosfēras atstarotie telpas viļņi.

Z. — Pareizi. Ievēro, ka šo radioviļņu mērotie ceļa gabali ir dažādi. Kamēr daļa viļņu, izplatoties gar zemeslodes virsmu, dodas pa īsāko ceļu, otra daļa ieskrien dziļi atmosfēras augšējos slāņos un tikai pēc atstarošanās nonāk gala punktā. Abiem viļņiem nonākot uztverošā antenā, tie var sakrist fāzē. Tādā gadījumā inducētais signāls pastiprināsies. Bet, ja tie sastopas pretējā fāzē, tad antenā inducētais signāls pavājināsies vai pat savstarpēji kompensēsies.

N. — Tomēr tas neizskaidro iemeslu, kāpēc uztveršanas intensitāte nepārtraukti izmainās. Ja abi radioviļņi nāk no viena un tā paša raidītāja uz vienu un to pašu uztverošo antenu, tad tiem vienmēr jārada vai nu pastiprināts, vai arī pavājināts signāls, kura intensitāte tomēr laikā nedrīkst izmainīties.

Z. — Jā. Tā tas notiktu, ja jonosfēra būtu nekustīgs spogulis no cieta materiāla. Taču īstenībā jonosfēra ir kā jūra, ar viļņiem, vētrām un paisumiem. Jonosfēras virsējie slāņi atrodas nepārtrauktā kustībā, bet tās attālums līdz Zemes virsmai izmainās atkarībā no dienas un gadalaika. Tāpēc atstaroto telpas viļņu ceļa garums ir aizvien dažāds un tie virsmas viļņus gan pastiprinās, gan pavājinās. Tieši tas arī maina uztveršanas intensitāti.

N. — Bet tu taču teici, ka virsmas viļņi, attālinoties no raidītāja, vājinās samērā strauji. Es domāju, ka, sākot ar noteiktu attālumu, uztverošā antena atradīsies tikai atstarota telpas viļņa laukā. Tādā gadījumā pamirumu nebūs.

Z. — Diemžēl līdz antenai parasti nokļūst vairāki atstarotie telpas viļņi pa dažādām trajektorijām, kurus vairākkārtēji atstarojušas jonosfēra un Zeme, jo arī Zeme līdzīgi spogulim atstaro radioviļņus.

N. — Vārdu sakot, pamirumus likvidēt neizdodas?

CĪŅA AR FEDINGU

Z. — Kamēr radiouztvērēja antena uztvers vienlaicīgi vairākus radioviļņus, pamirumi pastāvēs. Tos var samazināt, raidstacijās uzstādot speciālas raidantenas, kas izstaro pret horizontu zināmā leņķī virzītus radioviļņus, kā arī radiouztvērējos

izmantojot antenas ar izteiktu virziendarbību, lai no visiem radioviļņiem uztvertu tikai tos, kas nāk zem zināma leņķa.

N. — Ja tā izpaužas cīņa pret pamirumiem, tad tai jābūt velnišķīgi sarežģītai!

Z. — Nē, dārgo Nezinīt. Pamirumu izlīdzināšanai izmanto ne tikai jaunas konstrukcijas raidantenas, bet arī citas metodes. Zinot, ka uztverošā antenā nonāk radioviļņi ar stipri mainīgu intensitāti, radiouztvērēja izejā cenšas uzturēt vienmērīgu uztveršanas skaļumu, attiecīgi regulējot pastiprinājumu.

N. — Tātad, ja es pareizi sapratu, radioviļņu intensitātes izmaiņas kompensē ar pastiprinājuma izmaiņām. Kad radioviļņu intensitāte samazinās, pastiprinājumu palielina, un otrādi, kad radioviļņu intensitāte pieaug, pastiprinājumu samazina.

Z. — Tieši tā arī dara. Kad pamiruma dēļ signāls nonāk ļoti vājš, mēs palielinām radiouztvērēja jutību, palielinot augstfrekvences pakāpju pastiprinājumu (bet, ja tas ir superheterodīns, — arī starpfrekvences pakāpju pastiprinājumu).

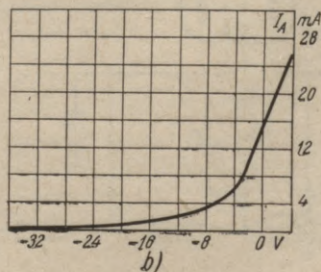
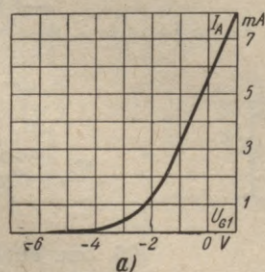
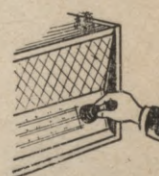
N. — Taču es vēl nesaprotu, kādā veidā var izmainīt radiolampai pastiprinājumu.

NOSLĒPUMAINAIS «X PUNKTS»

Z. — To jau tu zini, ka, jo lielāks radiolampas raksturlienes stāvums, jo labāk tā pastiprina. Vienai un tai pašai radiolampai stāvums izmainās atkarībā no tā, kādā raksturlienes rajonā tā darbojas. Raksturlienes darba punkta stāvokli nosaka uz tīkliņa padotais negatīvais nobīdes spriegums...

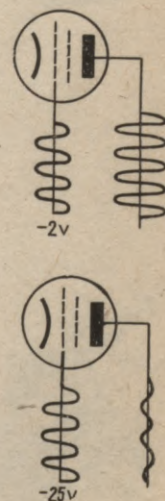
N. — Es tevi pārtraukšu, Zini. Es ļoti labi atceros, ka radiolampas raksturlienes dažādos punktos stāvums ir dažāds. Vislielākais stāvums ir raksturlienes lineārajā daļā. Ja palielināsim nobīdes spriegumu, tad nonāksim pie raksturlienes apakšējā izliekuma, kur stāvums strauji samazinās (104. zīm. a). Bet tu taču man ne vienu reizi vien atkārtoji, ka šī raksturlienes daļa ir aizliegtā zona. Neradot kropļojumus, var pastiprināt tikai raksturlienes lineārajā daļā.

Z. — Tā tas ir ar parastajām radiolampām un lielām signāla amplitūdām, kā, piemēram, zemfrekvences pastiprinātāja pakāpēs. Bet augstfrekvences un starpfrekvences pastiprinātāja pakāpēs signāla amplitūda vēl ir niecīga, un šādā gadījumā pietiek, ja darba punkts atrodas aptuveni lineārajā raksturlienes



104. zīm. Radiolampas raksturlienes.

a — parastā raksturliene; b — mainīga stāvuma (pagarinātā) raksturliene.





daļā. Šim nolūkam konstruētas speciālas radiolampas, kurām raksturlieknes stāvums izmainās diezgan vienmērīgi un raksturlieknes izliekums nav visai izteikts (104. zīm. b). Šādas radiolampas sauc par mainīga stāvuma lampām. Protams, tas nenozīmē, ka visu pārējo radiolampu stāvums ir nemainīgs. Šādās speciālās radiolampās var darba punktu izvēlēties dažādās raksturlieknes vietās, kurās ir dažāds stāvums.

N. — Ja es zinātu, ka šādas mainīga stāvuma radiolampas vispār pastāv, es neko neteiktu. Raksturliekne ar mainīgu stāvumu norāda, ka, pievadot radiolampas tīkliņam lielu nobīdes spriegumu, tā ne tikai nepastiprinās, bet pat pavājinās uz tīkliņa padotos signālus.

Z. — Tas tieši mums vajadzīgs. Tāpēc mums izdodas uzturēt normālu izejas skaļuma līmeni pat tad, ja signāli ir ļoti spēcīgi.

Lai regulētu pastiprinājumu ar mainīga stāvuma radiolampām, var izmantot potenciometru R , ar kuru var mainīt tīkliņa nobīdes sprieguma lielumu (105. zīm.).

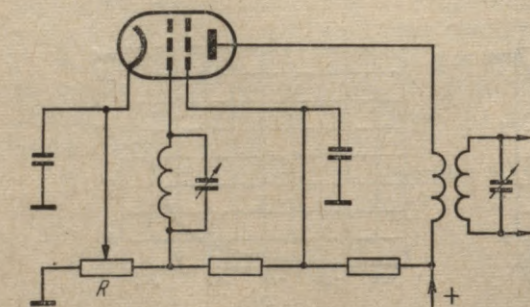
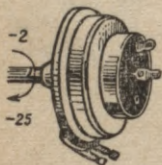
N. — Bet tas ir šausmīgi! Tad jau klausītājam nepārtraukti jāgroza potenciometra poga, lai kompensētu pamiruma radītā signāla līmeņa izmaiņas. Kādu baudu klausītājs var gūt no šādās pārraides!...

Z. — Par laimi, iespējams šādu regulēšanu veikt automātiski. Šim nolūkam radiouztvērējā jāatrod tāds punkts, kura potenciāls kļūst negatīvāks, kad uztverto signālu intensitāte palielinās.

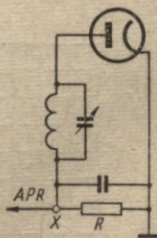
Paskatieties uz diodes detektora shēmu (106. zīm.), kuru tu pazīsti jau sen. Punkts, par kuru ir runa, ir pretestības R izvads (tas apzīmēts ar punktu X). Diodes iztaisnotā augstfrekvences strāva rada uz šo pretestību sprieguma kritumu; X punkta potenciāls attiecībā pret šasiju ir negatīvs. Šis spriegums ir proporcionāls diodei pievadītā signāla vidējai vērtībai.

N. — Es saprotu! Tu pievadi spriegumu no punkta X uz augstfrekvences un starpfrekvences pastiprinātāju radiolampu tīkliņiem, turklāt šīm radiolampām jābūt ar mainīgu stāvumu.

Signālam pieaugot, negatīvais spriegums punktā X un atbilstoši uz AF un SFP pakāpju radiolampu tīkliņiem palielinās, — tāpēc pastiprinājums samazinās. Un otrādi, kad fedinga



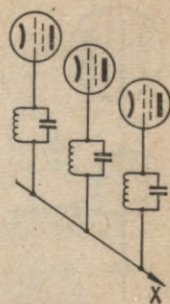
105. zīm. Pastiprinājumu regulē ar potenciometru R , kas izmaina negatīvo tīkliņspriegumu radiolampas pirmajam tīkliņam.



106. zīm. Punktā X izveidojas negatīvs spriegums, kas proporcionāls vidējam augstfrekvences intensitātes līmenim.

dēļ signāls pavājinās, negatīvais spriegums punktā X samazinās un minēto pakāpju radiolampu pastiprinājums palielinās. Galu galā šāda sistēma izlīdzinās visas signāla intensitātes izmaiņas un uzturēs vienmērīgu skaņas signāla līmeni. Bet tas mums tieši vajadzīgs.

Z. — Redzu, ka tu esi pareizi izpratis automātiskās pastiprinājuma regulēšanas jēgu. Ievēro, ka šeit regulē jau pie viszemākajiem līmeņiem. Tikai visvājākajiem signāliem tiek izmantotas visas radiouztvērēja jutības rezerves. Signālam pastiprinoties, pastiprinājuma automātiskā regulēšana samazina pastiprinājumu proporcionāli uztvertā signāla pieaugumam.



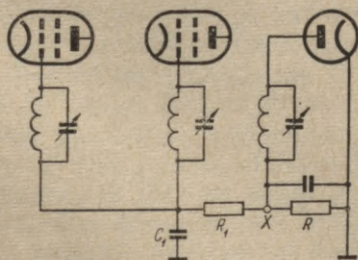
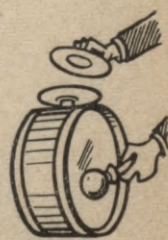
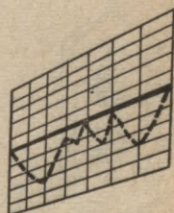
RADIOUZTVĒRĒJS, KURU VAR NOSKAŅOT KURLS CILVĒKS

N. — Atvaino, bet man ir viens iebildums. Pieņemsim, ka pārraida mūziku un ka sāk sist bungas. Vai šai momentā *APR* neradīs acumirklīgu pastiprinājuma samazināšanos? Spriežot pēc tā, ko tu teici par *APR* darbību, šai sistēmai vajadzētu kaut kā «nomākt» arī skanējuma stipruma nianšes.

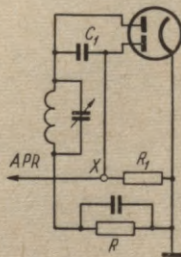
Z. — Tavi iebildumi, Nezini, ir lietišķi. Lai *APR* sistēma darbotos nevis no detektora diodes nodetektētām momentānām sprieguma izmaiņām, bet lai augstfrekvences un starpfrekvences pakāpju radiolampas ietekmētu tikai modulētā signāla vidējā vērtība, tad starp punktu X un radiolampu tīkliņiem jāieslēdz aiztures jeb nolīdzinātāja ķēde, kas laiž cauri tikai pastāvīgo komponenti. Šī ķēde (107. zīm.) sastāv no pretestības R_1 un kondensatora C_1 . Pretestība kavē acumirklīgu sprieguma caurplūšanu, bet kondensators nogludina acumirklīgās sprieguma izmaiņas. Elementu C_1R_1 kopīgais efekts līdzīgs droseles un kondensatora darbībai barošanas filtra ķēdē.

N. — Redzu, ka jebkurā radiouztvērējā ar diodes detektoru jāpievieno tikai pretestība un kondensators, lai iegūtu automātisku pastiprinājuma regulēšanu. Tas ir pavisam vienkārši!

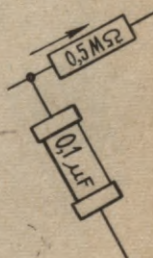
Z. — Gribu atzīmēt, ka dažreiz spriegumu *APR* sistēmai dabū no atsevišķas diodes (108. zīm.). Tā atrodas tai pašā detektordiodes balonā, turklāt izmanto to pašu katodu. Maiņspriegumu pievada otram anodam caur nelielu saītes kondensatoru C_1 . Iztaisnotā strāva uz pretestības R_1 rada sprieguma

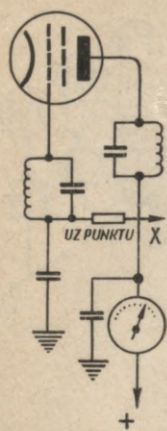


107. zīm. Automātiskā pastiprinājuma regulēšanas spriegums iedarbojas uz divām radiolampām. To caur pretestību R_1 pievada no punkta X .



108. zīm. Izmantojot dubultdiodi, izdodas atdalīt detektora slodzi no *APR* ķēdes.





kritumu, kuru no punkta *X* caur filtru pievada mainīgā stāvuma radiolampu tīkliņiem.

N. — Man patīk labāk dubultdiode, jo tā dod iespējas detektēšanas un *APR* funkcijas sadalīt.

Z. — Vai tu, Nezinīt, varētu man atbildēt uz vienu āķīgu jautājumu? Vai tu zini, kā augstfrekvences un starpfrekvences pakāpju radiolampās izmainās vidējā anodstrāva, *APR* sistēmai darbojoties?

N. — Protams. Kad signāls palielinās, negatīvais spriegums punktā *X* pieaug un tādējādi radiolampas anodstrāva samazinās.

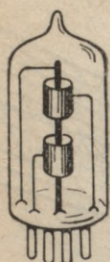
Z. — Teicami. Ievēro tikai, ka tas pats notiks, kad tu, grozot maiņkondensatora pogu, precīzi noskaņosies uz kādu raidstaciju. Spriegums uz diodes tādā gadījumā ir vislielākais, bet regulējamo radiolampu anodstrāva — vismazākā. Un, ja tagad kādas *APR* sistēmā iekļautās radiolampas anodķēdē ieslēgtu miliampērmetru, tad pēc tā rādījumiem mēs varēsim spriest, vai radiouztvērējs ir precīzi noskaņots uz vajadzīgo vilni.

N. — Vārdu sakot, ar tādu instrumentu pat kurls varēs precīzi noskaņot uztvērēju?

Z. — Protams. Tāpēc, ka šis instruments ir vizuāls noskaņošanas indikators. Taču man jāsaka, ka radiouztvērējos šiem nolūkiem izmantos nevis miliampērmetru, bet speciālu radiolampu — elektronoptisko indikatoru («magisko aci»).

N. — Vai tā pati zaļā acs, ko redzēju vairākiem radiouztvērējiem?

Z. — Protams! Tas arī ir elektronoptiskais indikators. Šādā radiolampā bez katoda, anoda un tīkliņa ir vēl elektrods, kas spīd uz tā krītošo elektronu ietekmē. Ja šīs radiolampas tīkliņu savieno ar punktu *X* mūsu shēmā, tad elektronoptiskais indikators rādīs noskaņošanās precizitāti.



Visi pūliņi veltīti atskaņošanas kvalitātes uzlabošanai. Jau sen radiospeciālisti bija tais domās, ka selektivitāte un skanējuma kvalitāte ir nesavienojami jēdzieni. Radiouztvērējs ar labu atskaņošanas kvalitāti nebija selektīvs, un otrādi... Bet talkā nāca joslu filtri, lai samierinātu nesamierināmos kaimiņus. Zinis ar viņam piemītošo dedzību stāsta par selektivitātes un atskaņošanas kvalitātes konflikta cēloņiem. Soreiz neparasti apmulsušais Nezinis izsakās par maināmu selektivitāti.

SACĪKSTE: SELEKTIVITĀTE PRET ATSKAŅOJUMA KVALITĀTI

Nezinis. — Vakar vakarā apciemoju savu draugu, kam ir ļoti jutīgs radiouztvērējs. Mēs uztvērām dažādas raidstacijas. Par nelaimi, dažreiz uztverto pārraidi pavadīja svilpjoša skaņa. No kurienes tā rodas?

Zinis. — Tā saucamā interferences svilpšana ir savstarpēji traucējumi, ko rada divi raidītāji, kas izvēlējušies pārāk tuvas nesējfrekvences.

N. — Tātad šī ir tā pati parādība, ko izmanto superheterodīnos frekvenču pārveidošanai. Citiem vārdiem, ja divas blakus esošas nesējfrekvences ir pārāk tuvas, izveidojas interferences sitieni, kuru frekvence ir abu nesējfrekvenču starpība.

Z. — Tieši tā. Tāpēc noteiktā atstarpe starp raidstaciju nesējfrekvencēm — 9 kHz ir pārāk maza, jo tā katrai raidstacijai muzikālām pārraidēm dod iespēju izmantot tikai 4,5 kHz platas frekvenču sānu joslas.

N. — Es šeit neredzu sakara starp raidstaciju nesējfrekvenču atstarpi un mūzikas atskaņojuma kvalitāti.

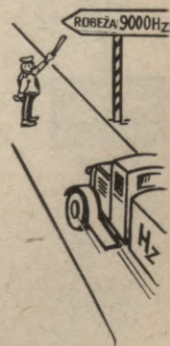
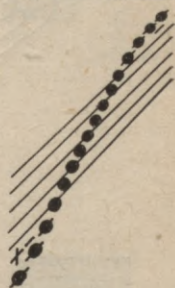
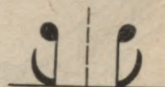
Z. — Un tomēr tas ir ļoti svarīgi. Kamēr modulācijas nav, raidstacija izstaro tikai vienu frekvenci — t. s. nesējfrekvenci. Bet, ja to modulē ar kaut kādas skaņas toni, tūlīt izveidojas vēl divas citas frekvences, kas izvietotas simetriski attiecībā pret nesējfrekvenci. Tādējādi, ja raidītājs, kas darbojas 1 MHz frekvencē, modulē ar 400 Hz skaņu, tad tas bez nesējfrekvences (1 MHz) izstaros vēl divas frekvences 1,0004 un 0,9996 MHz (109. zīm.). Kā redzi, šie radioviļņi rodas, ja nesējfrekvencei pieskaita un atskaita modulējošo zemfrekvenci.

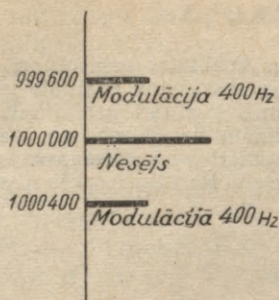
N. — Tātad augstfrekvences modulācijas procesā zemfrekvences strāva pārveido it kā frekvences.

Z. — Pareizi. Bet, ja katra frekvence izveido divas ap nesējfrekvenci izvietotas frekvences, tad mūzikas skaņu kopums, kuru frekvences aizsniedz līdz 10 kHz (un pat vairāk), izveido ap nesējfrekvenci divas simetriskas frekvenču joslas, kuras sauc par sānu joslām.

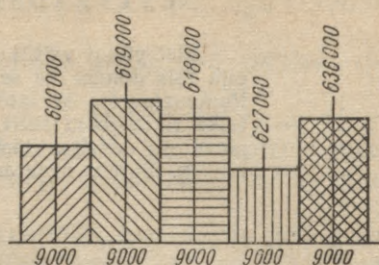
N. — Tātad radiatoraidītājs, kas pārraida mūziku, bez nesēja izstaro vēl 10 kHz uz abām pusēm no tā. Tā, piemēram, raidstacijai, kas darbojas ar 1 MHz nesējfrekvenci, frekvenču sānu joslas aizņems spektru no 0,99 līdz 1,01 MHz. Vai es pareizi sapratu?

Z. — Tas ir gluži pareizi. Bet, ja katrs radiatoraidītājs aizņemtu 20 kHz frekvenču joslu, tad pietrūktu vietas nepieciešamā raidītāju daudzuma izvietošanai.





109. zīm. 1 MHz nesējfrekvences modulācija ar 400 herciem.



110. zīm. Raidītāju frekvenču spektri. Nesējfrekvences atrodas 9 kHz attālumā. Modulējošās frekvences nepārsniedz 4,5 kHz.

Pēc starptautiskās vienošanās, izņemot īsos viļņus, kur ir vairāk vietas, sānu joslu platumu ierobežo ar 4,5 kHz.

Tādējādi katrs radiatoritājs aizņem 9 kHz frekvenču joslu, kas dod iespēju nesējfrekvences citu pēc citas novietot ar 9 kHz atstarpi, lai divi blakus raidītāji viens otram netraucētu (110. zīm.), protams, ar noteikumu, ka radiouztvērēja selektivitāte būs pietiekama 9 kHz atšķiršanai.

N. — Es domāju, ka ar pietiekamu skaitu noskaņotu svārstību kontūru var izveidot tādu radiouztvērēju, kas uztvertu tikai vienas frekvences svārstības.

Z. — Tas būtu laika lieka izšķērdēšana! Vai tu, Nezinīt, maz saproti, ka šāds radiouztvērējs varētu uztvert tikai kaut kādu vienu toni. Vai tad var «gūt baudījumu», piemēram, no pastorālās simfonijas, ja no visas skaņu bagātības tu dzirdēsi tikai trešās oktāvas mi bemolu?

N. — Protams, ne. Redzu, ka radiouztvērējam bez kropļojumiem jāizlaiž cauri visas 9 kHz platās sānu joslas frekvences, lai atskaņotu visu pārraidāmo skaņu gammu.

Z. — Bet nedrīkst pieļaut, ka tas laiž cauri platāku frekvenču joslu, citādi kļūs dzirdami interferences svilpieni, ko rada blakus esošie raidītāji. Un lūk, tu atrodi šīs šausmīgās dilemmas priekšā, kas atskaņojuma kvalitāti nostāda pretī selektivitātei: jo mazāka selektivitāte, jo augstāka atskaņojuma kvalitāte.

N. — Ja jau izvēlēties starp vienu vai otru, tad es izsakos par atskaņojuma kvalitāti.

JOSLU FILTRS SAMIERINA IENAIDNIEKUS

Z. — Kāda jēga censties atskaņot visas frekvences, ja šādā gadījumā kļūs dzirdama interferences svilpšana?

N. — Bet vai tad nav iespējams pilnīgi izlaist cauri 9 kHz joslu un nelaist neko ārpus šīs joslas?

Z. — Jā, vismaz ar pietiekamu tuvinājumu. Taču izdarīt to ar vienkāršu svārstību kontūru nevar. Tā rezonanses līkne...

N. — Kas tā tāda? Tu par to līdz šim neko neesi stāstījis.

Z. — Tā sauc līkni, kas rāda, kā svārstību kontūrā izmai-



nās svārstību intensitāte atkarībā no frekvences. Acīmredzot vislielākā svārstību amplitūda kontūrā būs rezonanses momentā. Frekvencei mainoties, svārstību intensitāte kontūrā strauji krīt atkarībā no kontūra augstfrekvences pretestības.

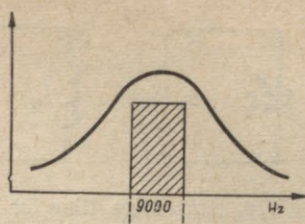
Ja kontūram šī pretestība ir liela vai, kā saka, tam ir liela rimšana, tad tā rezonanses līknei būs lēzenāka forma (111. zīm.) un kontūrs laidīs cauri platāku frekvenču joslu. Bet līdz ar to tam selektivitāte būs maza.

Ja, tieši otrādi, kontūram ir ļoti niecīga rimšana (112. zīm.), tad tas izlaidīs cauri tikai šauru frekvenču joslu. Augsti selektīvs kontūrs nelaidīs cauri visas sānu frekvences. Ideālai rezonanses līknei vajadzētu būt ar taisnstūra formu 9 kHz platumā. Kontūrs ar šādu līkni laistu cauri tikai 9 kHz platu frekvenču joslu un neko vairāk.

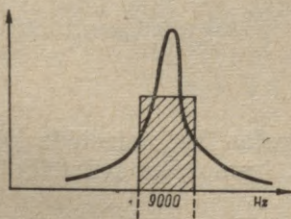
N. — Ja tu saki, ka šāda līkne ir ideāla, tad tas nozīmē, ka tādu nav iespējams iegūt?

Z. — Tā tas ir. Bet tai var tuvināties, izmantojot tā saucamos joslu filtrus. Vienkāršākie joslu filtri sastāv no diviem savstarpēji saistītiem svārstību kontūriem, kuri noskaņoti uz nesējfrekvenci un kuriem ir neliela rimšana. Izmainot starptiem saites lielumu, var iegūt dažāda platuma rezonanses līknes, kas pēc formas tuvināsies taisnstūrim (113. zīm.).

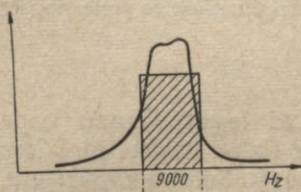
N. — Bet kā starp diviem svārstību kontūriem, kas veido joslu filtru, nodrošina saiti?



111. zīm. Svārstību kontūra (ar lielu rimšanu) rezonanses līkne. Slikta selektivitāte — laba atskaņojuma kvalitāte.



112. zīm. Kontūrs ar mazu rimšanu. Laba selektivitāte — slikta atskaņojuma kvalitāte.

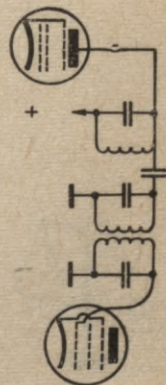


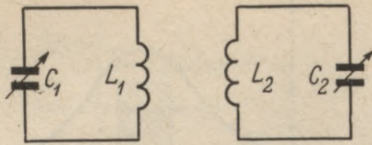
113. zīm. Joslu filtra rezonanses līkne. Tā apvieno labu selektivitāti ar labu atskaņojuma kvalitāti.

Z. — Visvienkāršākais paņēmieni — savienot tos inductīvi. Principā tas ir transformators ar noskaņotu primāro un sekundāro tīnumu (114. zīm.). Var izveidot kapacitatīvu saiti ar nelielas kapacitātes kondensatoru (115. zīm.).

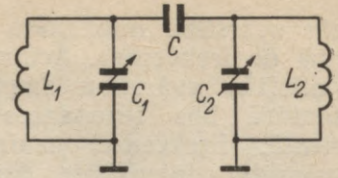
Sarežģītākos joslu filtrus saiti realizē ar reaktīvu pretestību (116. zīm.).

N. — Kādā veidā kopējā pretestība var noderēt par saites elementu?

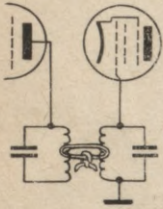




114. zīm. Joslu filtrs ar induktīvo saiti.



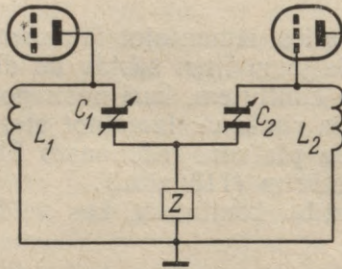
115. zīm. Joslu filtrs ar kapacitīvo saiti.



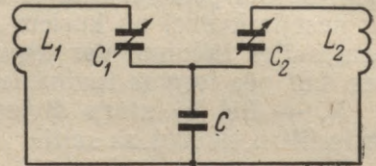
Z. — Strāva, kas plūst pirmajā kontūrā, uz šo pretestību rada sprieguma kritumu, kas pievadīts otrajam kontūram, un tajā ierosina strāvu. Tā arī inducējas otrajā kontūrā strāva. Ja pretestība ir maza, tad arī sprieguma kritums uz tās ir mazs, bet tas ir tas pats, kas vāja saite.

N. — Kādu reaktīvās pretestības veidu izmanto visbiežāk?

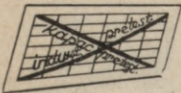
Z. — Visbiežāk izmanto kapacitatīvās (117. zīm.) un reaktīvās — induktīvās pretestības (118. zīm.).



116. zīm. Joslu filtrs ar saiti caur kopēju reaktīvo pretestību Z.



117. zīm. Joslu filtrs ar kopēju kapacitīvo pretestību.



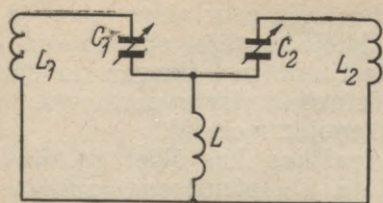
Lai iegūtu mazu kapacitīvo pretestību, jāieslēdz pietiekami liels kapacitātes kondensators. Jo mazāka svārstību frekvence, jo lielāka kapacitāte.

N. — Jā, es atceros, ka kapacitīvā pretestība samazinās, frekvencei un kapacitātei palielinoties. Tā kā induktīvā pretestība «izturas» diametrāli pretēji, man liekas, ka joslu filtrs ar induktīvo pretestību vājas saites iegūšanai jāieslēdz spole ar mazu induktivitāti, kas ir jo mazāka, jo augstāka frekvence.

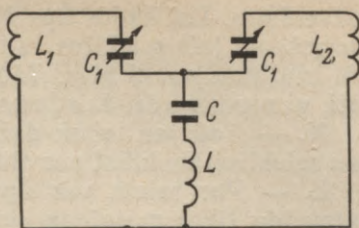
Z. — Tu sāc spriest tīri loģiski, draudziņ! Tad pacienties atrisināt šādu vienkāršu uzdevumu. Ir divi joslu filtri: viens ar kapacitīvās, otrs ar induktīvās pretestības saiti. Pieņemsim, ka abu saistīto kontūru (joslu filtru) rezonanses frekvences izmainās no zemākām uz augsto frekvenču pusi. Vai caurlaides joslas platums abos šais filtros paliks vienāds?

N. — Protams, ne. Joslu filtrā ar kapacitīvo saiti, frekvencei pieaugot, kapacitīvā pretestība un tātad saites lielums samazinās. Tāpēc caurlaides josla sašaurināsies. Turpretī filtrā ar induktīvo pretestību, frekvencei pieaugot, saite palielināsies un caurlaides josla paplašināsies.





118. zīm. Joslu filtrs ar kopēju inductīvo pretestību.



119. zīm. Joslu filtrs ar kopēju inductīvo un kapacitatīvo pretestību.

Z. — Bravo! Bet iegaumē, ka šeit ir viens nepatīkams apstāklis. Pieņemsim, ka joslu filtru ar kapacitatīvo saiti izmanto kā saites elementu starp divām radiouztvērēja augstfrekvences pastiprināšanas pakāpēm. Pieņemsim arī, ka uz zināmas frekvences filtra caurlaides josla ir 9 kHz. Ja tu radiouztvērēju noskaņosi uz īsākiem viļņiem, tad caurlaides josla samazināsies, selektivitāte uzlabosies un atskaņojuma kvalitāte pasliktināsies.

N. — Es domāju, ka ir ļoti vienkāršs līdzeklis, lai uzturētu caurlaides joslu nemainīgu visam noskaņošanās diapazonam. Šim nolūkam kā saites pretestība jāizmanto virknē slēgts kondensators un spolīte (119. zīm.). Šo elementu pretestību pretējais raksturs savstarpēji kompensēs caurlaides joslas izmaiņas.

Z. — Pirms tevis ar šādiem joslu filtriem jau viens zinātnieks strādājis. Diemžēl šis jautājums ir daudz sarežģītāks: jāievēro vēl fāzu nobīdu starpības kondensatorā un inductivitātē. Par laimi, pastāv cits paņēmieni šo nepatīkšanu pārvaršanai: jāizmanto joslu filtri superheterodīnu starpfrekvences pastiprinātāju pakāpēs.

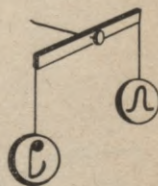
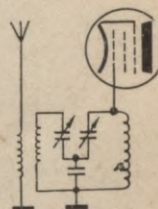
N. — Zvēru pie pretestības! Pareizi! Starpfrekvences pastiprinātājā visi kontūri noskaņoti uz vienu pastāvīgu frekvenci, un mums no caurlaides joslas izmaiņām nav jābaidās.

Z. — Tomēr jāatzīmē, ka superheterodīnu preselektoros, kas atrodas starp antenu un pirmo radiolampu, spoguļsignāla nomākšanai bieži izmanto joslu filtrus ar kapacitatīvo saiti. Šai gadījumā runa ir par frekvences nomākšanu, kas atrodas tālu no noskaņošanās frekvences. Tāpēc joslu filtra caurlaides josla bez jebkādiem sarežģījumiem var būt arī ievērojami lielāka par 9 kHz.

NEZINIS IR PAR MAINĀMU SELEKTIVITĀTI

N. — Bet tagad, Zini, pieņemsim, ka mums ir radiouztvērējs ar 9 kHz caurlaides joslu un mēs gribam uztvert attālas raidstacijas vājos signālus. Bet šī raidītāja nesējfrecvence tikai par 9 kHz atšķiras no jaudīgas vietējās raidstacijas nesējfrecvences. Vai vietējais raidītājs netraucēs attālā raidītāja uztveršanu?

Z. — Tā kā joslu filtru rezonanses liknes var tikai tuvojies ideālai taisnstūra formai, vietējais raidītājs acimredzot traucēs





uztveršanu. Lai šādos apstākļos uztvertu bez traucējumiem, nepieciešams ļoti selektīvs radiouztvērējs. Tā caurlaides joslai jābūt mazākai par 9 kHz. Tādējādi, daļēji upurējot skaņas kvalitāti, var tomēr vāji dzirdamo raidstaciju uztvert diezgan skaidri.

N. — Tad jau labāk dažas raidstacijas vispār neuztvert, ja jau selektivitāte kļūst par slihta atskaņojuma cēloni.

Z. — Par laimi, var apvienot īpašības, kas šķiet pretējas. Jāizveido tikai maināma selektivitāte. Tā, piemēram, jaudīgas vietējās raidstacijas, kuras dzirdamas bez traucējumiem, var uztvert ar pazeminātu selektivitāti.

N. — Tas ir pārsteidzoši! Bet kā maināmu selektivitāti realizē?

Z. — Šodien, Nezini, tu uzdod bērnišķīgus jautājumus. Lai filtra caurlaides joslu izveidotu maināmu, jāierīko maināma (regulējama) saite starp svārstību kontūriem. Tā filtros ar induktīvu saiti izmaina attālumu starp spolītēm, bet filtros ar kopēju saites pretestību izmanto maiņkondensatorus vai maināmas induktivitātes. Tiesa, jārikojas piesardzīgi, lai, izmainot saites lielumu, neizskaņotos svārstību kontūri.

N. — Mans personīgais radiouztvērējs noteikti būs ar maināmu caurlaides joslu!

DIVDESMITĀ SARUNA

Šai sarunā aplūkoti dažādi ierobežojumi, kas rodas, kad augstfrekvenci modulē ar zemfrekvenci. Modulāciju limitē ne tikai frekvence, bet arī tās dziļums. Zinim rodas vēl viena iespēja, lai parādītu, kā jāpārvar šķēršļi. Tas viņu ierosinās pastāstīt par frekvences modulācijas principu.

50 cm PLATĀKI PAR 400 m!

Nezinis. — Es esmu ļoti nomākts, Zini.

Zinis. — Kas tev noticis, draudziņ?

N. — Pēdējā sarunā tu pastāstīji, cik sašaurināta radiofonijā ir atskaņojamā frekvenču josla. Es uzskatu par nepiedodamu tādā veidā izkropļot mūziku. Vai nebūtu labāk, ja raidītāju skaitu samazinātu, attiecīgi paplašinot sānu joslas?

Z. — Tas neapšaubāmi būtu labāk. Bet tad vajadzīga starptautiska vienošanās vai citu tehnisku risinājumu meklējumi.

N. — Es nesaprotu, uz ko tu mērķē.

Z. — Var paplašināt ar raidītāju nesējfrekvencēm aizņemto frekvenču rajonu un organizēt pārraides metru radioviļņu jeb tā saucamo ultraīso viļņu diapazonā, t. i., ar viļņu garumiem no viena līdz dažiem metriem. Šis diapazons ir daudz brīvāks, un šeit izdodas nekropļot mūzikas pārraides.

N. — Jāatzīstas, ka nesaprotu, kāpēc šai dažu metru nelielajā intervālā var justies brīvāk nekā vidējo viļņu plašajā diapazonā (no 200 līdz 600 m), citiem vārdiem, 400 m lielajā intervālā.

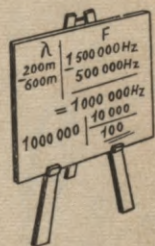
Z. — Lūk, nabaga Nezinīt, kur noved bēdīgais paradums diapazonus raksturot ar viļņu garumiem. Man tevis žēl. Nu, bet pamēģini tos pārvērst hercos.

N. — Nekas nevar būt vienkāršāks. 200 m garam radiovilnim atbilst 1 500 000 Hz frekvence, bet 600 m — 500 000 Hz. Tādējādi vidējo viļņu diapazons atbilst 1 000 000 Hz intervālam.

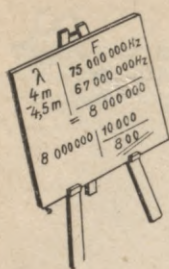
Z. — Lai vienkāršotu aprēķinu, pieņemsim, ka katram raidītājam atvēlēta 10 000 Hz frekvenču josla (jeb, kā saka, kanāls). Cik tad pavisam raidītāju šai diapazonā varēs izvietot?

N. — Ļoti vienkārši. Ja 1 000 000 izdala ar 10 000, dabū 100. Tādējādi bez savstarpējiem traucējumiem vidējos viļņos var izvietot tikai 100 raidītāju. Taču to kopējais skaits ir krietni lielāks.

Z. — Tas tāpēc, ka vairāki raidītāji var vienlaicīgi darboties uz viena viļņa, ja tie pārraida vienu programmu un to nesējfrekvences precīzi sinhronizētas. Ja raidītāju jauda ir neliela un tie atrodas tālu viens no otra, tad tie var pārraidīt arī katrs savu programmu. Tomēr vidējo viļņu diapazonā var izvietot tikai 100 kanālus¹.



¹ Pēc Kopenhāgenas viļņu plāna, kas stājās spēkā 1950. gada 15. martā, vidējo viļņu frekvenču joslā 525—1605 kHz tika sadalīti 121 kanālā. Katram kanālam noteica 9 kHz platumu, dažos gadījumos to samazinot līdz 8 kHz. Pavisam šajos kanālos izvietoja 198 raidītājus, no kuriem 50 savā kanālā bija vienīgie. Taču ar laiku Kopenhāgenas konvencija tika vairākkārt pārkāpta. Uz 1965. gada 1. novembri vidējo viļņu diapazonā šis skaits bija jau palielinājies līdz 269 nereglamentētiem raidītājiem. Ar to arī izskaidrojams tas fakts, ka uztveršanas apstākļi vidējos viļņos pēdējos gados nepārtraukti pasliktinājušies. (Tulk. piez.)



N. — Tas nav daudz. Bet vai tad ultraīso viļņu diapazonā iznāk vairāk?

Z. — Aprēķini, cik 10 000 Hz kanālu var izvietot, piemēram, starp 4 un 4,5 m?

N. — Ko tu gribi iegūt no šī nožēlojamā 0,5 m intervāla? Starp citu, tā kā mūsu laikos iznāk sacensties ar pašu Einšteinu, es izdarišu šos aprēķinus. 4 m garam radiovilnim atbilst 75 000 000 Hz frekvence, bet 4,5 m — 67 000 000 Hz. Tādējādi intervāls ir 8 000 000 Hz... Vai tas maz iespējams?! Tur izvietosies 800 kanālu, katrs 10 000 Hz platumā!... Es laikam esmu kļūdījies. Vai tiešām šie 0,5 m ir tik daudz reižu platāki par 400 m vidējos viļņos?

Z. — Nē, draudziņ, tavi aprēķini ir gluži pareizi. Tie rāda, ka ultraīso viļņu diapazonā frekvenču rajons ir milzīgā platumā. Tur var izvietot lielu raidītāju skaitu bez sānu joslu iero-bežošanas.

MEDAĻAS OTRĀ PUSE

N. — Satriecoši! Par to, protams, jāpadomā. Bet es ceru, ka tādā gadījumā vidējo viļņu diapazonu pametīs un visi radoraidītāji pārceļos uz plašo ultraīso viļņu rajonu, kur tie brīvībā uzplauks par apmierinājumu patiesiem mūzikas cienītājiem.

Z. — Tu esi ļoti liriski noskaņots!... Diemžēl es jau kuro reizi esmu spiests tavu kvēlo entuziasmu atvēsināt ar aukstu dušu. Ultraīsaļiem radioviļņiem ir ļoti liels trūkums: to izplatīšanās tālums nav pārāk liels.

N. — Tā taču neveiksme! Beidzot atradām radioviļņus, kas neierobežo skaņu frekvenču spektru. Kāpēc tad vajag, lai tie slikti izplatītos?

Z. — Tāpēc, ka tie izvietoti tuvāk gaismas viļņiem — arī elektromagnētiskajiem viļņiem, bet ar vēl īsāku viļņu garumu, — un tāpēc tiem ir gandrīz tādas pašas īpašības, kādas ir gaismas viļņiem. Tie neatstarojas no augšējiem jonosfēras slāņiem kā no spoguļa, lai atgrieztos atpakaļ uz Zemes kā radioviļņi ar lielāku viļņu garumu (t. i., īsie vai vidējie viļņi. — *Tulk. piez.*), bet iziet cauri šiem slāņiem bez jebkādas cerības atgriezties.

N. — Bet tādā gadījumā tos var izmantot sakariem ar citu planētu iedzīvotājiem?

Z. — Protams, bet ar noteikumu, ka šādi iedzīvotāji pastāv... Bet arī bez tik tālu ejošiem mērķiem tos izdevās noraidīt uz Mēnesi, kur pēc atstarošanās no tā virsmas tie atgriezās uz Zemes.

N. — Un cik ilgi radiovilnis atradās ceļā?

Z. — Apmēram divarpus sekundes. Ultraīsie viļņi izplatās taisnā virzienā. Garākie viļņi cenšas apliekties ap zemeslodi, kas dod tiem iespēju pa Zemes virsmu izplatīties lielos attālumos, turpretī ultraīsie viļņi taisni kā gaismas stari aiz horizonta neaizliecas.

N. — Ja es pareizi sapratu, tad starp uztvērēja un raidītāja antenām jābūt tiešai redzamībai.

Z. — Tieši tā. Tāpēc raidītāju antenas, kas darbojas ultraīso viļņu diapazonā, cenšas celt pēc iespējas augstākas. Taču, ne-



raugoties uz to, raidītāja sniedzamības tālums nav lielāks par dažiem simtiem kilometru.

N. — Tātad, lai sniedzamība būtu liela, vajag daudz raidītāju.

Z. — Diemžēl jā. Tas, piemēram, attiecas uz televīziju, kurai (kā tu uzzināsi vēlāk) arī izmanto ultraīsos viļņus.

DINAMISKĀ DIAPAZONA IEROBEŽOŠANA

N. — Bet acīmredzot ultraīso viļņu raidītāju nelielais sniedzamības tālums nav nepārvarams šķērslis. Es ceru, ka bija atvēlēts pietiekami daudz līdzekļu, lai uzbūvētu vajadzīgo skaitu raidītāju un uzsāktu pārraides bez kaut kādiem atskaņojuma kvalitātes ierobežojumiem.

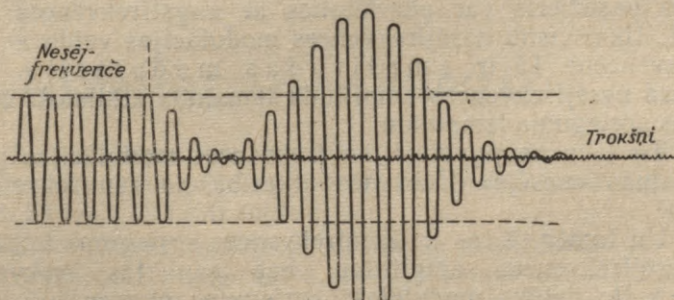
Z. — Tas vēl ir par maz. Ultraīsaļos viļņos nav frekvenču joslas ierobežojumu, bet paliek kas cits, kas raksturīgs tās sistēmas modulācijas procesam, kuru mēs līdz šim aplūkojām. Tā ir **d i n a m i s k ā d i a p a z o n a** ierobežošana.

N. — Bet kas tas tāds ir?

Z. — Tā sauc visstiprākās un visklusākās skaņas attiecību. Liela simfoniskā orķestra fortisimo var būt 10 000 reižu skaļāks nekā vijoles solo pianisimo. Ar amplitūdas modulāciju nav iespējams pārraidīt šādu amplitūdu attiecību.

N. — Bet kāpēc?

Z. — Skaļumam palielinoties, nav iespējams palielināt nesējfrekvences amplitūdu vairāk nekā divas reizes (120. zīm.).

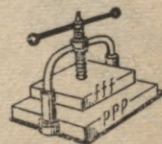
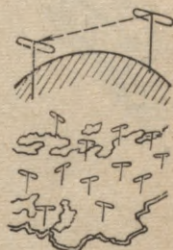


120. zīm. Modulētajai augstfrekvences svārstībai amplitūdas izmaiņas ir ierobežotas gan pēc maksimuma (nesējfrekvences dubultamplitūda), gan pēc minimuma (trokšņu līmenis).

N. — Tas ir saprotams. Bet, ja attiecīgi samazinātu nesējfrekvences amplitūdu, tad var atskaņot visu dinamisko diapazonu?

Z. — Diemžēl, draudziņ, arī šai virzienā ir robeža, ko nosaka trokšņi. Runa ir par trokšņiem, kurus tu dzirdi pārraides starplaikos un kurus nosaka dažādi faktori.

N. — Man liekas, ka atmosfēras un industriālajiem traucējumiem te ir sava nozīme.



Z. — Neapšaubāmi. Tomēr bez ārējiem iemesliem ir arī citi, kas raksturīgi pašai pārraides un uztveršanas aparatūrai. Šie trokšņi rodas elektronu emisijas nevienmērību rezultātā, kā arī termisko fluktuāciju dēļ pretestībās un svārstību kontūros.

N. — Tas man atgādina fotoemulsijas graudainību, kas ierobežo attēlu palielināšanas iespējas.

Z. — Pareizs salīdzinājums.

N. — Ja pareizi sapratu, tad modulējošās strāvas vismazākajai vērtībai jābūt lielākai par trokšņu līmeni, lai tajos nepazustu.

Z. — Apsveicu tevi ar pareizo formulējumu. Tāpēc dinamiskais diapazons «jāspiež» (jāsašaurina), lai fortisimo nepārietu pāri nesējfrekvences dubultamplitūdas robežai, bet pianisimo nenoslidētu zem trokšņu līmeņa.

N. — Jautrs stāsts! Atrasts paņēmieni, kā saglabāt neskartu pārraidāmo zemfrekvences joslu, bet tai pašā laikā nav iespējams glābt atskaņojuma nianšes, jo intensitāšu attiecības tiek rupji izkropļotas! Cik žēl!... Un padomā tikai, vēl nav kauna runāt par radiouztvērēju atskaņojuma teicamo kvalitāti!...

MAINĀS FREKVENCE, NEVIS AMPLITŪDA

Z. — Taču daudzos gadījumos tas atbilst patiesībai, jo šeit saprot frekvences modulāciju, kas dinamiskajā diapazonā nav ierobežota.

N. — Biju pārliecināts, ka tu pēc tradīcijas radīsi visādus šķēršļus, kurus pēc tam pats viegli pārvarēsi. Es tevi labi pazīstu. Bet ko nozīmē frekvences modulācija?

Z. — Līdz šim mēs aplūkojām tikai vienu veidu, kā zemfrekvences pasažieris var pārvietoties ar augstfrekvences vilcienu, t. i., tikai vienu nesējfrekvences modulācijas veidu ar zemām frekvencēm. Tā ir amplitūdas modulācija, kuras procesā nesējfrekvences amplitūda izmainās atbilstoši zemfrekvences sprieguma izmaiņām.

N. — Tu taču neapgalvosi, ka frekvences modulācijas procesā izmainās «nesēja» frekvence atkarībā no zemfrekvences izmaiņām?

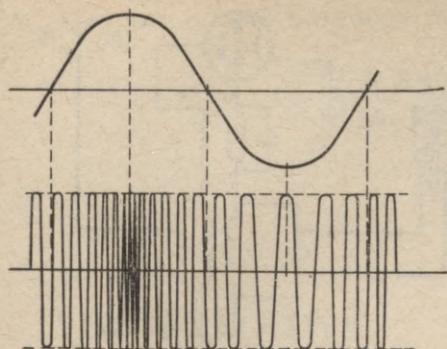
Z. — Un tomēr tā tas ir. Zemfrekvences spriegums ietekmē nevis nesējfrekvences amplitūdu, bet gan tās frekvenci (121. zīm.). Jo lielāka modulējošā sprieguma momentānā vērtība, jo lielāka «nesēja» frekvences momentānā vērtība.

N. — Jāatzīmē, ka nesējfrekvences amplitūda turklāt nemaz nemainās.

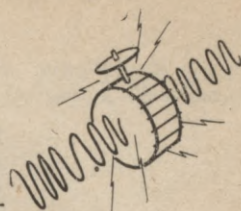
Z. — Jā. Te izpaužas viena no frekvences modulācijas vai, kā saīsinot saka, *FM* galvenā priekšrocība. Amplitūdas nemainīgums nodrošina lielāku enerģētisku atdevi raidītājam, kas vienmēr darbojas maksimālās jaudas režīmā. Uztveršanas procesā signāla līmenis vienmēr ievērojami augstāks par trokšņu līmeni. Salīdzinājumā ar amplitūdas modulāciju (saīsinot *AM*) palielinās reālais sniedzamības tālums, jo pārraides risinās nemainīgā, visaugstākajā svārstību izstarošanas līmenī.

N. — Tādējādi pie šādas modulācijas nesējfrekvence mainās zemfrekvences ritmā. Bet kā tiek pārraidītas modulējošā sprieguma relatīvās amplitūdas izmaiņas?





121. zīm. Frekvences modulācijas procesā nesējfrekvences amplitūda paliek nemainīga, bet tās frekvence izmainās uz vienu vai uz otru pusi no noteiktas vidējās vērtības zemfrekvences ritmā.



Z. — Ar frekvences novirzīšanās pakāpi no tās «nesēja» frekvences, kas tai piemīt, kad nav modulējošā sprieguma. Ja skanējums vājš, arī frekvences novirzīšanās (jeb deviācija) nav liela. Taču spēcīgi akordi izraisa ievērojamu frekvences deviāciju.

N. — Tātad nesēja frekvences deviācijas ritmu noteiks modulējošā sprieguma frekvence, bet deviācijas lielumu — modulējošā sprieguma amplitūda.

Z. — Tu, Nezinīt, esi pareizi izpratis *FM* principu.

N. — Un, tā kā nesējfrekvences deviācijas lielumu nekas neierobežo, acīmredzot var saglabāt amplitūdu patieso attiecību vai, citiem vārdiem, pareizi atskaņot skanējuma dinamisko diapazonu.

Z. — Neapšaubāmi. Tieši tāpēc frekvences modulācijai izmanto ultrašos viļņus, jo šeit frekvenču josla netiek ierobežota.



VIEŅKĀRŠĀKAIS FM RAIDĪTĀJS

N. — Frekvences modulācija ir neparasti pievilcīga. Es gribu to papētīt pēc iespējas labāk. Un iesākumam gribētu uzziņāt, kā iekārtots *FM* raidītājs.

Z. — Tavai zinātkārei, draudziņ, nav robežu. Es pacentišos to apmierināt un parādīšu, kā var samontēt mazjaudīgu izmēģinājuma raidītāju ar elektrostatisko mikrofonu.

N. — Bet kas tad tā vēl par ierīci?

Z. — Tas ir kondensators, kas sastāv no diviem klājumiem; viena plate veidota no masīva metāla un novietota nekustīgi, bet otra ir ļoti elastīga un plāna metāla membrāna, kas uzvilka paralēli pirmajai platei.

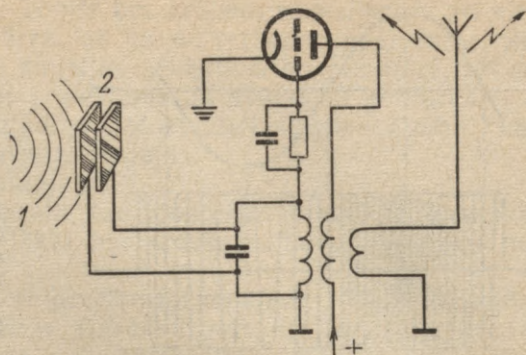
N. — Cik es saprotu, tad šī ierīce ir kondensators, kura kapacitāte izmainās, elastīgai membrānai vibrējot skaņu viļņu ietekmē.

Z. — No tevis, draudziņ, neko nenošlēpsi. To tu esi tik labi izpratis, ka neizbrīnīsies, ja šādu mikrofonu ieslēgsim paralēli lampu ģeneratora svārstību kontūram (122. zīm.). Mikrofona kapacitātes izmaiņas izraisīs atbilstošas lampu ģeneratora frekvences izmaiņas.



122. zīm. Visvienkāršākā frekvences-modulēta raidītāja shēma. Ģenerējamo svārstību frekvenci izmaina elektrostatiskais (kondensatora) mikrofons, kas ieslēgts paralēli svārstību kontūra kondensatoram.

1 — skaņas svārstības;
2 — mikrofons.



N. — Un mums būs frekvences-modulētas svārstības? Negaidīju gan, ka tas ir tik vienkārši!

Z. — Radiofonijas *FM* raidītāju shēmas ir daudz sarežģītākas. Bet tas tev nav pārāk svarīgi.

N. — Protams. Bet mani ļoti interesē šo neparasto svārstību uztveršanas paņēmieni.

Z. — Pacieties līdz nākamajai sarunai, un mēs aplūkosim šo jautājumu.

DIVDESMIT PIRMĀ SARUNA

Pēc frekvences modulācijas pārraides principu apgūšanas mūsu jaunie draugi aplūkos dažādas *FM* radiouztvērēju īpatnības, it īpaši kaskodes shēmu, diskriminātoru, attiecību detektoru, ierobežotāju u. c. ...

VISS IR RELATĪVS

Nezinis. — Viss, ko tu man pagājušo reizi stāstīji par frekvences modulāciju, man nedeļa miera. Visi šie jēdzieni ir diezgan nenoteikti. Dažādām frekvences amplitūdām atbilst vairāk vai mazāk liela nesējfrekvences deviācija. Bet modulējošā sprieguma frekvencei atbilst... Kā to pateikt?... nesēja frekvences izmaiņas frekvence (biežums)?

Zinis. — Lai gan ne visai gleznaini izsaki savas domas, tomēr tu runā pavisam saprātīgi.

N. — Es domāju arī par *FM* svārstību uztveršanas paņēmieniem. Man šķiet, ka parastie radiouztvērēji, kas domāti amplitūdas modulācijai, šeit nemaz nederēs. Ja nodetektē šādi modulētu augstfrekvenci, kurai amplitūda nemainās, iegūst līdzspriegumu un nevis zemfrekvences modulējošo spriegumu. Vai man ir taisnība?

Z. — Tev, protams, taisnība. Parastās detektēšanas ķēdes *FM* svārstībām neder. Bet tā nav vienīgā *FM* radiouztvērēju īpatnība.

N. — Es neredzu nekāda iemesla, kas spiestu atteikties no klasiskās superheterodīna shēmas, izņemot detektora pakāpi.

Z. — Superheterodīna shēma frekvences modulācijai ir pilnīgi pieņemama. Bet gan pati shēma, gan arī tās elementi atšķiras no klasiskā varianta. Tu, šķiet, esi aizmirsis, ka pārraides noris ultraīsaļos viļņos, t. i., apmēram simtiem miljonu hercu frekvencēs, un ka bez tam sānu joslas no nesējfrekvences aizsniēdzas par simt tūkstošiem hercu nozēlojamo 4500 Hz vietā, ko lieto *AM* pārraidēm.

N. — Pareizi... es par to neesmu padomājis. Tātad kā augstfrekvences, tā arī starpfrekvences kontūriem jābūt ar 200 kHz caurlaides joslu.

Z. — Tā tas ir. Pat līdz 300 kHz. Un, tā kā to būtu ļoti grūti realizēt 465 kHz starpfrekvencē, tad starpfrekvences pastiprinātājs jānoskaņo 8,4 MHz (televīzijā dažreiz 6,5 MHz) frekvencei.

N. — Tas man ir skaidrs. Starpfrekvences joslu filtram, kas noskaņots 465 kHz frekvencei, 300 kHz caurlaides josla jau ir vairāk nekā puse no rezonanses frekvences, turpretī 8,4 MHz tā pati caurlaides josla nepārsniedz 4%.

Z. — Viss ir relatīvs... Bet katrai medaļai ir otra puse. Pastiprinot plato frekvenču joslu, nevar iegūt lielu pastiprinājuma koeficientu. Tāpēc jāiekārto divas vai pat trīs starpfrekvences pakāpes.

N. — Bet tādēļ varbūt var atteikties no iepriekšējās augstfrekvences pastiprināšanas?

Z. — Nekādā gadījumā. Noteikti jāizmanto viena augstfrekvences pastiprinātāja pakāpe pirms jaucēja. Taču parastās





pastiprināšanas shēmas tik augstām frekvencēm nedod apmierinošus rezultātus. Arī pentodes nav pārāk izdevīgas, jo tām lielāks trokšņu līmenis. Lai gan triodēm ir mazāks pastiprināšanas koeficients, labāk izmantot tās.

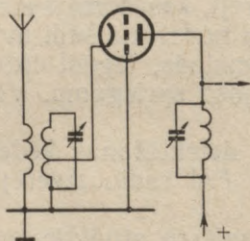
N. — Visas īpašības nav apvienojamas!

Z. — Nesludini šeit, Nezinīt. Un neaizmirsti, ka triodei piemīt nopietns trūkums, par kuru mēs jau daudz esam runājuši.

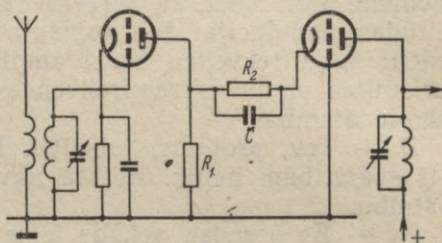
VAI TĀ NAV MUĻĶĪBA?

N. — Tu runā par izdaudzīnāto katoda vai tīkliņa kapacitāti attiecībā pret anodu, kuru var samazināt ar ekrāntīkliņu.

Z. — Tieši tā. Tā kā mēs negribam lietot ne tetrodes, ne pentodes, nepieciešama zināma viltība šīs kapacitātes kompensēšanai. To sasniedz, stūrējošam tīkliņam uzticot ekrāntīkliņa lomu. Šim nolūkam uz tīkliņa uztur pastāvīgu potenciālu, kas ir vienāds ar barošanas avota «mīnusa» (zemējuma) potenciālu. Šādu shēmu sauc par slēgumu ar iezemētu tīkliņu (123. zīm.).



123. zīm. Iezemēta tīkliņa pastiprinātāja shēma.



124. zīm. Kaskodes pastiprinātāja shēma. Pretestība R_1 nav obligāta.

N. — Bet tās ir blēņas! Iezemējot tīkliņu, tu vairs tam nevari pievadīt pastiprināmo spriegumu!

Z. — Tas ir acīm redzams. Tāpēc šo spriegumu pievada katodam, kā tas shēmā skaidri redzams.

N. — Jo tālāk, jo sarežģītāk. Tātad katods, kā es saprotu, kļūst par stūrējošo elektrodu?

Z. — Vai tad nav vienalga? Anodstrāvas stūrēšanai taču ir svarīgi tikai, lai mainītos potenciālu starpība starp tīkliņu un katodu. Vai nu mainās spriegums uz tīkliņa attiecībā pret katodu, vai uz katoda attiecībā pret tīkliņu — nav nekādas atšķirības.

N. — Tiešām, tev taisnība. Shēma ar iezemētu tīkliņu faktiski neatšķiras no parastajām shēmām. Tāpat kā manu kaimiņu ģimenē...

Z. — Kādas muļķības tu vēl nesāksi stāstīt?

N. — Tās nav muļķības. Maniem kaimiņiem māte nesatiek ar meitu. Te viena uzbrūk otrai, kaut gan tā pavisam mierīgi noskaņota, te atkal otrādi. Bet neatkarīgi no tā, kas bija kārtējās ķildas iniciators, ģimenes tēvs ikreiz uzbrūk abām, jo tas spēlē pastiprinātās anodstrāvas lomu.

Z. — To tu speciāli izdomāji mūsu gadījumam...



N. — Man shēmā interesē viena lieta. Kāpēc katodam pievada tikai daļu sprieguma (no kontūra spoļu atvada), bet nevis visu svārstību kontūra spriegumu?

Z. — Tāpēc, ka iezemētā tīkliņa shēmā radiolampai ir ļoti maza ieejas pretestība. Ieslēdzot visu svārstību kontūru katoda ķēdē, rimšana kontūrā ievērojami palielinātos un pastiprinājuma koeficients kristos. Tāpēc spriegumu katodam noņem no kontūra daļas. Taču ir vēl viens paņēmieni kā novērst ieejas kontūra rimšanas palielināšanos. Vai tu nevari iedomāties?

N. — Nē.

Z. — Pirms triodes ar iezemētu tīkliņu jāieslēdz otra pastiprinātāju triode parastajā slēgumā (124. zīm.).



KASKODE — DIVAS VIRKNĒ SLĒGTAS PAKĀPES

N. — Vai tu zobojies par mani, Zini? Šāda shēma nedarbosies, jo pirmās pakāpes slodzes pretestība iezemēta, citiem vārdiem, pievienota pie barošanas avota mīnusa. Tāpēc radiolampas anodam netiks pievadīts anodspriegums. Un, kaut tu kritīsi šādas triodes priekšā ceļos, kura, pēc tavām domām, ieslēgta parastā slēgumā (kāda pašpārliecinātība!), tā ne tikai nepastiprinās, bet pat nepados uz nākamo radiolampu ieejas spriegumu.

Z. — Pašpārliecināts esi tu. Šāds slēgums, ko dēvē par kaskodes shēmu, no parastās shēmas, ko tu tik dedzīgi aizstāvi, daudz neatšķiras. Pretēji tavam apgalvojumam pirmās radiolampas anodam pozitīvais spriegums tiek pievadīts un shēma darbojas labi.

N. — No kurienes te rodas anodspriegums?

Z. — No otrās radiolampas anodķēdes, kas pieslēgta barošanas avota plusam.

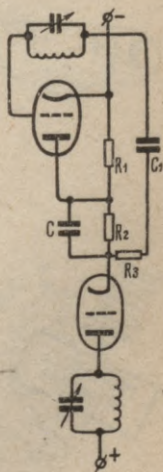
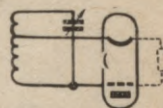
N. — Tātad kā pirmās radiolampas anodspriegumu izmanto sprieguma kritumu uz pretestības R_1 otrās radiolampas katodķēdē? Šī pretestība ieslēgta virknē ar pretestību R_2 , kas šuntēta ar saites kondensatoru C ?

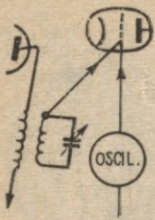
Z. — Protams. Abas šīs pretestības, kā arī otrās radiolampas pretestība anods-katods savienotas virknē un veido sprieguma dalītāju, kas ieslēgts starp barošanas avota plusu un mīnusu. Tāpēc pretestību R_1 un R_2 savienojuma punkts, kuram pievienots arī pirmās radiolampas anods, ir zem pozitīva potenciāla. Tas ir pietiekami liels, jo pretestība R_1 ir $0,5 \text{ M}\Omega$, bet R_2 — dažus simtus omu.

N. — Man jānožēlo savi grēki! Varēju jau to pats saprast. Papildus varu pieminēt, ka potenciālu starpības uz otrās radiolampas (ar iezemēto tīkliņu) elektrodiem ir pareizi izvēlētas, jo tās katodam ir pozitīvs potenciāls un tātad tīkliņš ir negatīvs attiecībā pret katodu. «Viss ir labs, kas labi beidzas!»

AIZMIRSTĀ SHĒMA ATDZIMST

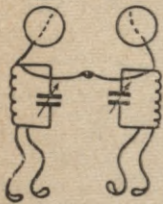
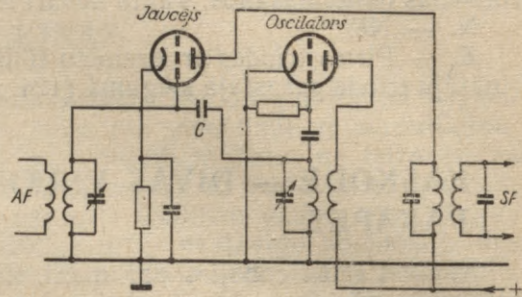
Z. — Tas ir iespējams. Bet tavas haotiskās iztaujāšanas dēļ biju spiests FM radiouztvērēja uzbūves izklāstu sākt ar starpfrekvenci, bet pēc tam pāriet uz augstfrekvenci, kas ir ļoti nelogiski...





N. — Tātad tu vari kaut ko pastāstīt arī par jaucēju?
 Z. — Protams, jo tik augstās frekvencēs parastie jaucēji ir mazefektīvi. Ar retiem izņēmumiem *FM* radiouztvērēju jaucējos no heptodēm un triodēm-heksodēm (kurās ieejas signālu un vietējā oscilatora spriegumu padod uz dažādiem tīkliņiem) ir atteikušies un atgriezušies pie vecās shēmas ar atsevišķu vietējo oscilatoru. Šeit ieejas signālu un oscilatora spriegumu padod uz vienu un to pašu tīkliņu (125. zīm.).

125. zīm. Frekvenču pārveidotājā ar divām triodēm pienākošās svārstības un vietējā oscilatora svārstības pievada vienam un tam pašam tīkliņam.



N. — Nu gan gribi par mani ņirgāties. Vai tu domā, ka es jau esmu aizmirsis visus šīs shēmas trūkumus, ko nesen esi pieminējis? Es atceros, ka galvenais ļaunums šai shēmā bija oscilatora frekvences līdzvilkšanās pienākošā signāla frekvencei.

Z. — Patiešām, dažreiz ļoti grūti izvairīties no šīs divu svārstību «rotāļas», kas pilnīgi pārtrauc jaucēja darbību.

N. — Kāpēc tad slēgumu ar tik nopietnu trūkumu *FM* radiouztvērējos vispār izmantot?

Z. — Tāpēc, ka dažu megahercu lielā frekvenču starpība (tā tieši ir starpfrekvence!) ir pietiekama, lai sinhronizēšanās nenotiktu.

N. — Tādējādi shēmā izmanto divas triodes. Viena no tām ir jaucējs. Tās tīkliņam pievada iepriekš pastiprinātos ieejas signālus un caur saites kondensatoru *C* arī vietējā oscilatora spriegumu.

Z. — Tieši tā. Bieži izmanto dubulttriodes. Tādā gadījumā nevajag saites kondensatora *C*, jo abas kombinētās radiolampas sekcijas savstarpēji saista pietiekama starpelektrodu kapacitīvā saite.

N. — Bet vai tad kā jaucēju nevar lietot pentodi? Tas paugstinātu pastiprināšanas koeficientu.

Z. — Tā bieži arī dara. Tiesa, tad palielinās trokšņi. Atkal tā pati medaļas otrā puse...



SIMETRIJAS VALSTĪBĀ

N. — Pēc tam kad mēs esam aplūkojuši iepriekšējo augstfrekvences pastiprinātāju, jaucēju un starpfrekvences pastiprinātāju, palicis pāri tikai detektors un zemfrekvences pastiprinātājs.

Z. — *FM* radiouztvērējos jārunā par frekvences detektoru (demodulatoru). Frekvences detektēšanu var veikt ar dažādām shēmām.



N. — Acīmredzot to uzdevums neatkarīgi no shēmas ir frekvences deviācijas pārvērst amplitūdas izmaiņās.

Z. — Tu neesi kļūdījies. To sasniedz, izmantojot uz vidējo, t. i., uz starpfrekvenci noskaņotus svārstību kontūrus (starpfrekvence atbilst nemodulētam signālam). Kontūri ieslēgti simetriski, tā ka izejas spriegums ir vai nu nulle, vai kāds pastāvīgs lielums. Tikko nesējfrekvence sāk izmainīties uz vienu vai uz otru pusi, simetrija tiek traucēta un parādās maiņspriegums.

N. — Var jau būt, ka tavā izskaidrojumā slēpjas liela gudrība, bet man tas skan pārāk abstrakti. Vai tu labāk neuzzīmētu shēmu?

Z. — Lūk, visspilgtākā t. s. diskriminatora shēma (126. zīm.). Tūdaļ redzama pilnīga shēmas simetrija. Pievērs uzmanību tam, ka starp pēdējo starpfrekvences pastiprināšanas pakāpi un diskriminatoru bez induktīvās saites ir arī kapacitatīvā saite caur kondensatoru C , kas pieslēgts tieši joslu filtra sekundārās spoles viduspunktam.

N. — Man liekas, ka tas suns apraksts tieši šeit, diskriminatorā.

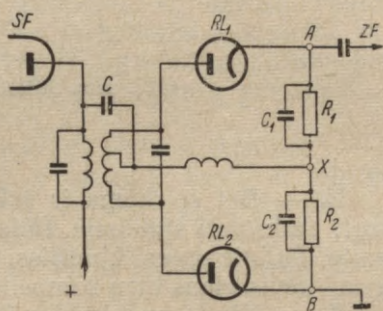
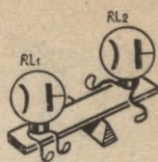
Z. — Tava intuīcija tevi nemāna. Spriegums, kas izplūst cauri kondensatoram, ir nobīdīts fāzē pret to spriegumu, kas inducējas caur induktīvo saiti. Līdz tam brīdim, kamēr abu spriegumu frekvence vienāda ar joslu filtra (SF transformatora) kontūru rezonanses frekvenci, spriegumi uz sekundārās spoles tinuma galiem attiecībā pret viduspunktu būs vienādi.

N. — Es varu iedomāties turpmāko. Sos spriegumus detektē diodes RL_1 un RL_2 , tāpēc uz pretestībām R_1 un R_2 izveidojas vienādi pretējas polaritātes līdzspriegumi. Es gribu teikt, ka pozitīvie potenciāli punktos A un B attiecībā pret punktu X būs vienādi un tātad savstarpēji kompensēsies.

Z. — Varu, Nezinīt, derēt, ka tu esi izēdis vēl vienu kārbu sardīņu un papildinājis savas smadzenes ar fosforu... Turpini, jo tavi spriedumi ir gluži pareizi.

N. — Nav nekā vieglāka. Pieņemsim, ka signāls ir modulēts, citiem vārdiem, frekvence palielinās un dilst attiecībā pret viduslielumu. Pie tam frekvence novirzās no kontūru rezonanses frekvences, simetrija tiek traucēta un spriegums vienā no joslu filtra sekundārā tinuma galiem attiecībā pret viduspunktu, izrādās, ir lielāks nekā tinuma otrā galā. Rezultātā pēc detektēšanas spriegumu vienlīdzība punktos A un B attiecībā uz punktu X nesaglabāsies. Spriegums starp punktiem A un B ir vienāds to starpībai. Sis spriegums tieši ir meklētais zemfrekvences spriegums.

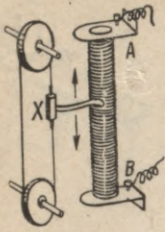
Z. — Apsveicu, draugs! Tu manā vietā izanalizēji shēmas darbību. Varu tikai vēl piebilst, ka pretestībām R_1 un R_2 paralēli pieslēgtie kondensatori izpilda parasto uzdevumu: atfiltrē starpfrekvences komponenti.



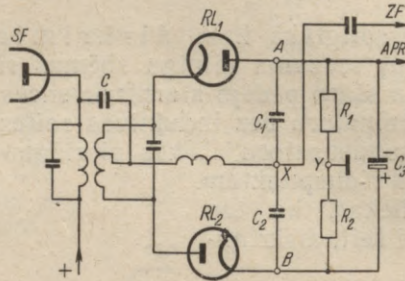
126. zīm. Frekvences diskriminatora shēma.



ATTIECĪBU DETEKTORS



N. — Vai ir tikai viens šāda veida diskriminators?
 Z. — Nē. Ir dažādi shēmas varianti. Bet tie izstrādāti pēc simetriskās shēmas principa un pretējas polaritātes nodetektēto spriegumu izmantošanas. Taču ir frekvences detektori, kuros tiek izmantoti mazliet citādi principi. Vienu no tiem — t. s. attiecību detektoru attēloju 127. zīmējumā.



127. zīm. Attiecību detektora shēma.



N. — Bet šī shēma ir ārkārtīgi līdzīga diskriminatora shēmai. Tāda pati simetrija, tāda pati jaukta induktīvi kapacitīvā saite. Tu laikam esi kļūdījies, uzzīmējot diodes. Iztaisnotie spriegumi nevis viens otru kompensē, bet gan summējas.

Z. — Nē, tā nav kļūda. Patiešām, vajag, lai spriegumi, kas uzlādē kondensatoru C_3 ar lielu kapacitāti (dažus mikrofaradus liels elektrolītiskais kondensators), summētos. Uz kondensatora klājumiem, citiem vārdiem, starp punktiem A un B , izveidojas līdzspriegums. Bet, kas attiecas uz punktu X , tad tu vari nojaust...

N. — ...ka spriegums tajā būs divreiz mazāks, jo simetriski ieslēgtie kondensatori C_1 un C_2 , tāpat kā R_1 un R_2 , ir vienādi.

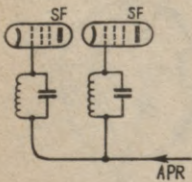
Z. — Sardīnes turpina labvēlīgi ietekmēt tavu intelektu! Ja svārstības nav modulētas, viss patiešām noris tā. Bet tiklīdz frekvence sāk attiecībā pret kontūru rezonanses frekvenci mainīties...

N. — ...spriegums, ko nodetektē viena diode, kļūst lielāks vai mazāks par otru nodetektēto spriegumu. Tāpēc punkts X vairs nebūs sprieguma viduspunkts starp punktiem A un B .

Z. — Jau kuro reizi tu izsaki, kaut arī ne visai gleznainā veidā, neapgāžamas patiesības. Jāpasvītro, ka, frekvencei mainoties, spriegums starp punktiem A un B nemainās (jo tas no frekvences nav atkarīgs). Izmainās tikai spriegumu attiecība starp punktiem X un B un starp punktiem X un A .

N. — Rezultātā starp punktiem X un Y izveidojas zemfrekvences spriegums, jo katrā attiecīgā momentā tas būs proporcionāls frekvences novirzei no vidējā lieluma, kas atbilst nemodulētai nesējfrequencei.

Z. — Tu spried kā Eiklīds un Dekarts! Tādējādi attiecību detektorā spriegums starp punktiem X un Y katrā attiecīgā momentā ir atkarīgs tikai no «nesēja» frekvences, turpretī pilnais



spriegums starp punktiem *A* un *B* no frekvences nav nemaz atkarīgs.

N. — Es domāju, ka šis spriegums atkarīgs no nodetektētā signāla amplitūdas.

Z. — Un tu nemaldies. Tieši tāpēc to var izmantot radio-uztvērēja automātiskajai pastiprinājuma regulēšanai (*APR*).

NOST TRAUCĒJUMUS!

N. — Tātad spriegums starp punktiem *A* un *B* atkarīgs no amplitūdas, bet starp punktiem *X* un *Y* — no frekvences. Tas mani uzvedina uz domām, kas tev varbūt liksies smieklīgas.

Z. — Bet var būt, ka neliksies. Runā taču.

N. — Tu jau zini, ka mani ļoti traucē mūsu mājas neona reklāmas, kas rada nepatīkamu sprakšķēšanu manā radiouztvērējā. Šie traucējumi rodas tāpēc, ka uztvertās svārstības tiek nomodulētas pēc amplitūdas ar šo traucējošo spriegumu. Tātad, ja es ar attiecību detektoru detektēšu frekvences modulētos radiosignālus, šie traucējumi, kas ietekmē signālu amplitūdu, bet nevis to frekvenci, zemfrekvences spriegumā starp punktiem *X* un *Y* nebūs...

Kāpēc tu smeijies, Zini? Vai es pateicu kādu aplamību?

Z. — O nē, tieši otrādi, Nezinīt. Viss, ko tu sacīji, ir pilnīgi pareizi. Es vienkārši nodomāju, ka, ja man vajadzētu tev izklāstīt sarežģīto operācijrēķinu teoriju, tad tev vajadzētu tikai norīt atbilstošu daudzumu sardiņu un tavas loģiskās domāšanas īpašības tiktu stimulētas...

N. — Tātad *FM* pārraidei bez atskaņošanas labas kvalitātes (ko neierobežo ne frekvenču josla, ne dinamiskais diapazons) raksturīga arī traucējumu teicama noturība. Tas patiešām ir lieliski!

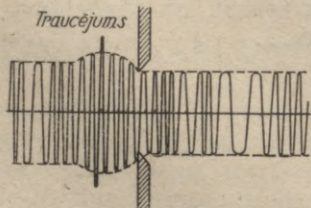
Z. — Nesteidzies, draugs! Tas attiecas gandrīz tikai uz attiecību detektoru, taču to nevar teikt par diskriminatoru, kas reaģē gan uz frekvences, gan uz amplitūdas izmaiņām.

N. — Cik žēl! Vai tiešām nav līdzekļu amplitūdas izmaiņu aprobežošanai? Tās taču ir pilnīgi liekas un tikai veicina traucējumu iespēšanos uztverot.

Z. — To var izdarīt un to patiesībā arī dara *a m p l i t ū d a s a p r o b e ž o t ā j ā*.

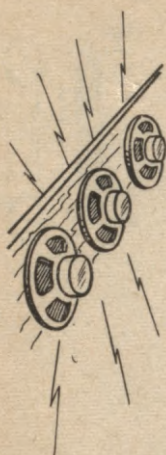
N. — Bet kas tas tāds?

Z. — Tā ir ierīce, ko ieslēdz pirms frekvences detektora un kas noteiktā līmenī ierobežo signāla amplitūdu. Amplitūdas, kas pārsniedz kādu noteiktu lielumu, tiek it kā nogrieztas (128. zīm.). Tāpēc visas amplitūdas izmaiņas, ko izraisa gan traucējumi, gan signāla pamirumi, tiek izslēgtas.



128. zīm. Zīmējums izskaidro frekvences modulētās svārstības abpusējas ierobežošanas principu, ko izmanto, ja svārstību amplitūda tomēr mainās.



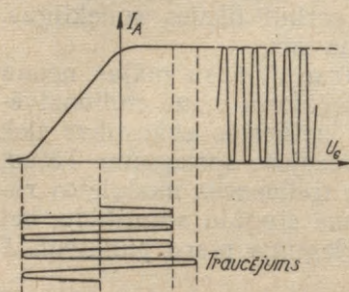


N. — Tavs aprobežotājs man atgādina trauku, ko lieto daži lauku frizieri klientu matu cirpšanai. Viss, kas nāk laukā no šī trauka, tiek nogriezts.

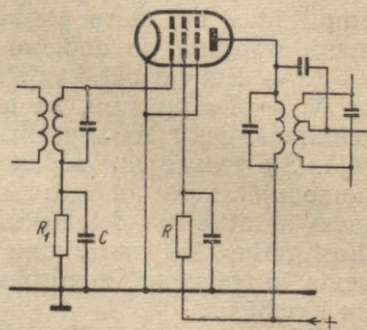
Z. — Es nekad neesmu bijis šādas operācijas upuris.

N. — Bet kāda ir amplitūdas ierobežotāja shēma?

Z. — Visizplatītākā ir shēma ar pentodi, kas darbojas sātstrāvas režīmā, t. i., pentodes režīmu izvēlas tādu, lai anodstrāvas raksturlīknei atkarībā no tīkliņa sprieguma būtu spilgti izteikta horizontālā daļa (129. zīm.). Ja tīkliņa spriegums pietiekami liels, svārstības pārsniegs lineārās daļas robežas un raksturlīknes apakšējā un augšējā izliekumā sāks ierobežoties.



129. zīm. Amplitūdas ierobežošana notiek augšējā un apakšējā raksturlīknes izliekumā.



130. zīm. Amplitūdas ierobežotāja shēma.

N. — Bet kā izdodas iegūt šādas neparastas formas raksturlīkni?

Z. — Ekrāntīkliņam pievadot nelielu spriegumu (no 5 līdz 15 V). To var, piemēram, iegūt, izmantojot augstomīgu ekrāntīkliņa dzēsošo pretestību R (130. zīm.). Dažreiz turklāt samazina arī spriegumu uz anoda.

N. — Nabaga bada cietēja pentode! Tā ir tik novājējusi, ka nav spēka pievadīt nākamajai pakāpei amplitūdas, kas pārsniedz zināmu lielumu... Bet kāda loma shēmā ir pretestībai R_1 un kondensatoram C ? Vai te nenotiek tīkliņa detektēšana?

Z. — Zināmā mērā — jā. Tīkliņstrāvas dēļ spriegums uz pretestības R_1 krit. Darba punkts tiek iestādīts tā, ka iegūst optimālo amplitūdas ierobežošanas režīmu.

N. — Mēs tagad varam sākt aplūkot *FM* radiouztvērēja zemfrekvences ķēdes. Domāju, ka arī tur vajadzētu būt kādām īpašām shēmām.

Z. — Šoreiz tu maldies. *FM* radiouztvērēja zemfrekvences pastiprinātājam jābūt tikai ļoti augstas klases, lai neizkropļotu ne amplitūdas, ne frekvences raksturlīknes. Vajadzīgs arī augstvērtīgs skaļrunis — un labāk nevis viens, bet vairāki. Bet es jūtu, ka noēsto sardiņu efekts sāk izzust, un tāpēc tevi atlaidīšu fosfora krājumu papildināšanai...

Mūsdienu radiouztvērēji bieži tiek kombinēti ar skaņu plašu atskaņotājiem (radiolas), kā arī ar magnetofoniem (magnetolas).

KONSERVĒTĀS SKAŅAS

Nezinis. — Līdz šim, Zini, tu man stāstīji tikai par skaņu pārraidi telpā, lai gan zināmā mērā tās var pārraidīt arī laikā. Tā, piemēram, vakar es klausījos 1921. gadā mirušā ievērojamā tenora Enriko Karuzo skaņu plati.

Zinis. — Tev pilnīga taisnība, Nezinīt. Ar radioelektronikas speciālistu konstruētām ierīcēm var skaņas «konservēt», bet pēc tam tās atskaņot.

N. — Bet kas tās ir par ierīcēm?

Z. — Pirmām kārtām zemfrekvences pastiprinātāji konstruēti ar radiolampām vai ar tranzistoriem. Gan skaņas ierakstot, gan tās atskaņojot, mums vienmēr ir darīšana arniecīgiem zemfrekvences spriegumiem, taču, lai skaņas dzirdētu skaļrunī, jāiegūst diezgan liela jauda.

N. — Labi. Bet kā praktiski skaņu plates rievīnās (vadziņās) skaņas ieraksta?

Z. — Kā tu varēji pārlicināties, šīs rievīnās veido ļoti blīvu spirāli: vienā centimetrā (pa skaņu plates rādiusu) ietilpst no 35 līdz 100 rievīņu; to dziļums nemainās. Rievīnās «modulē» skaņa, un tās iegūst viļņveidīgu formu. Vilniņu biežums mainās atkarībā no skaņas frekvences, bet to platums (amplitūda) ir atkarīgs no skaņas stipruma.

N. — Tātad, ja es pareizi sapratu, klusuma periodā rievīnām ir spirāles veids, bet praktiski var teikt, tās pēc formas ir apli, kuru diametrs pakāpeniski samazinās. Tās var salīdzināt ar nerimstošām un nmodulētām augstfrekvences svārstībām. Vietās, kur ierakstīta skaņa, rievīnās ceļš izmainās šķērsvirzienā, t. i., rievīnās pamīšus novirzās gan uz skaņu plates centru, gan uz malu. Šai gadījumā skaņas rievīņa atgādina nesējfrekvenci, kas modulēta ar zemfrekvences signālu.

Z. — Bravo, Nezinīt! Tu laikam esi pielādējis sevi ar krietnu porciju fosfora, ja jau tik lieliski izprati skaņas ierakstes principus.

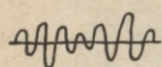
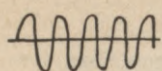
N. — Un tomēr kaut kas vēl mani ļoti interesē. Kā sasniedza to, ka pie lielām skaņas amplitūdām rievīnās neuzlien cita citai virsū?

Z. — To sasniedz, ierobežojot rievīnās maksimālo novirzi līdz attāluma pusei starp divām blakus rievīnām.

MĒMAIS SKAĻRUNIS

N. — Kā skaņu ieraksta skaņu platēs? Es domāju, ka no sākuma tās skaņas, kuras jāieraksta ar mikrofonu, pārveido atbilstošos elektriskos zemfrekvences signālos, kurus, bez šaubām, pastiprina mums jau zināmie pastiprinātāji. Bet tālāk?





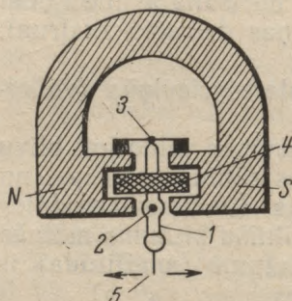
Z. — Tad atliek tikai pastiprinātos signālus pārveidot ar rekorderu¹ mehāniskās svārstībās. Rekordera grieznis uz speciālas plates arī izveido rievīgas.

N. — To vienkārši pateikt, bet es nevaru iedomāties, kā praktiski šīs elektriskās svārstības pārveido mehāniskajās svārstībās.

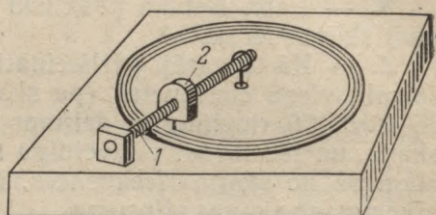
Z. — Bet vai tad mēs šo problēmu jau neesam atrisinājuši, kad atskaņojām skaņas ar elektromagnētiskās sistēmas skaļruni?

N. — Patiešām, skaļrunī zemfrekvences strāva rada mehāniskas svārstības, kas pāriet uz membrānu vai difuzoru. Bet, nopietni runājot, tu taču neieteiksi izgriezt rievīgas skaņu platē ar skaļruni?

Z. — Šim nolūkam mēs izmantojam tikai skaļruņa elektromagnētisko mehānismu, no tā atvienojot difuzoru. Tādējādi mūsu skaļrunis izrādīsies mēms. Kas attiecas uz rekordera ierakstīšanas mehānismu, tad tas atgādina elektromagnētu, kas ievietots starp spēcīga pastāvīgā magnēta poliem (131. zīm.).



131. zīm. Rekorders skaņas ierakstei diskā.



132. zīm. Pārvietojoties pa skrūvi 1, rekorders 2 diskā iegriež spirālisku vadziņu.

N. — Pastāsti par to sīkāk.

Z. — Labprāt. Elektromagnēts sastāv no kustīgas tērauda plāksnītes 1, kas var grozīties ap asi 2 un kas vidējā stāvoklī nostiprināta pie elastīgas gumijas 3. Uz plāksnītes cieši uzmaukta spolīte 4, caur kuru plūst zemfrekvences strāva. Katrā strāvas pusperiodā plāksnītes abu galu polaritāte mainās, un tie pēc kārtas pievelkas te pie viena, te pie otra magnēta pola.

N. — Es skatos, ka plāksnīte pārvietojas gan pa labi, gan pa kreisi. Bet ko tu plāksnītes galā esi apzīmējis ar skaitli 5?

Z. — Tas ir tērauda griežņa asmens, kas platē iegriež skaņu rievīgas.

Nu, bet tagad virzīsimies tālāk. Kustīgais turētājs ar rekorderu uzstādīts uz skrūves ar nelielu vītnes kāpi. Skrūve novietota plates rādiusa virzienā (132. zīm.). Plate ir tērauda disks,

¹ No angļu *recorder* — ierīce, kas ieraksta skaņu platē. (Tulk. piez.)

kuram uzklāts vaska slānis. Plates griešanās saskaņota ar rekordera turētāja lēnu pārvietošanos gar skrūvi. Rezultātā uz plates izveidojas spirālveida rievīņa. Rekordera griežņa svārstības izveido viļņveida rievīņu. Tā ieraksta skaņas platē.



NO NEGATĪVA PIE POZITĪVA

N. — Bet ieraksts vaskā acīmredzot nav pārāk izturīgs. Bet, ja mums ir šāds vienīgais ieraksts, kā iegūt tūkstošiem skaņu plašu?

Z. — Sāk ar precīzas vara kopijas izgatavošanu, izmantojot galvanoplastikas metodi. Šim nolūkam vaska virsmu noklāj ar plānu grafitu pulvera slānīti. Līdz ar to vaska plate kļūst par strāvas vadītāju. Šādā veidā ar grafitu apstrādāto vaska plati iegremdē vannā ar vara sulfāta šķīdumu un to iestāda iepretī masīvam vara elektrodam. Pēc tam caur šķīdumu laiž līdzstrāvu, pieslēdzot strāvas avota pozitīvo polu pie vara elektroda, bet negatīvo polu — pie vaska plates (133. zīm.).

N. — Es saprotu! Elektriskā strāva izrauj vara atomus no elektroda, iznes cauri šķīdumam un atstāj tos uz vaska virsmas.

Z. — No malas skatoties, viss it kā noris pēc tavas hipotēzes. Tomēr tas ir daudz sarežģītāk, nekā tu domā, bet tam nav nozīmes. Mums ir svarīgi, ka pēc noteikta laika uz vaska virsmas izveidojas vara kārtiņa, kura precīzi kopē visas vaska plates rievīņas.

N. — Jā, bet viss būs āc-gārni: padziļinājumi kļuvuši par izcilnīšiem, un otrādi. Vara kopija atgādina fotonegatīvu.

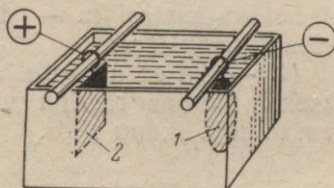
Z. — Pilnīgi pareizi. Tagad mums ir kaut kas izturīgāks par vasku. Ar šo pašu galvanoplastikas metodi no mūsu negatīva noņem vēl vienu kopiju.

N. — Šoreiz turpretī iegūsim pozitīvu: padziļinājumi un reljefās vietas būs identiskas ar vaska oriģināla padziļinājumiem un reljefām vietām.

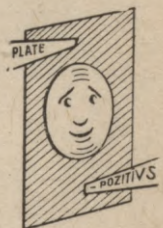
Z. — Pareizi. No šīs pozitīvās kopijas iegūst vairākas jaunas kopijas — negatīvus, preses matricēs. No matricēm iegūst vajadzīgo daudzumu plastmasas skaņu plašu.

N. — Mazliet uzgaidi, Zini! Es sapinos šajās daudzajās pārvērtībās, kur padziļinājumi pārveidojas reljefās vietās un otrādi. Mēģināsim visu savest kārtībā. Vaska oriģināls — pozitīvs, pirmā vara kopija — negatīvs, otrā kopija — pozitīvs, preses matricēs — negatīvi, tādējādi skaņu plates — pozitīvi. Viss kārtībā!!!

Z. — Tu pareizi orientējies.



133. zīm. Galvaniskā vanna ar skaņu plati (disku) 1 un elektrodu 2 iegūst skaņu plates vara nospiedumu (kopiju).



APGRIEZAMĀS PARĀDĪBAS



N. — Bet mēs aplūkojam tikai vienu jautājuma pusi. Bet visvairāk gribēju izprast, kā skaņas tiek reproducētas. Domāju, ka šeit, tāpat kā vienmēr, izmanto elektrisko parādību apgriezāmību.

Z. — Tava intuīcija tevi nav maldinājusi. Ierīce, ko izmanto skaņas ierakstam, var arī lieliski noderēt skaņu plates atskaņošanai vai, kā parasti saka, to var izmantot par skaņu noņēmēju (adapteru).

N. — Patiešām, rekordera griežņa asmenim slīdot pa skaņas rieviņu, tērauda plāksnīte sāk svārstīties, kas savukārt pastāvīgā magnēta iedarbībā izmaina tās magnetizēšanos. Tādējādi spolīte atrodas mainīgā magnētiskā laukā. Tāpēc tajā jāinducējas strāvai, kas līdzīga tai, ko izmantoja rieviņu iegriešanai, skaņas pierakstot.

Z. — Šo mainīgo strāvu atliek tikai pastiprināt, lai ierakstītās skaņas atkal kļūtu dzirdamas skaļrunī. Šim nolūkam var, piemēram, noderēt radiouztvērēja zemfrekvences daļa. Tev laikam ir zināms, ka radiouztvērējiem ir speciālas spaiļes skaņu noņēmēja pieslēgšanai.

N. — To es zinu. Domājams, ka atskaņojot nav vajadzības skaņu noņēmēju uzmontēt uz bezgalīgās vītnes, jo skaņas rieviņa pati virza skaņu noņēmēja adatu. Tāpēc skaņu noņēmēju uzstāda uz rotējošas sviras.

Z. — Bet vai tu arī zini, ka adaptera adata jāizgatavo no viscietākā materiāla — dimanta vai korunda un ka tai jābūt teicami nopolētai?

N. — To es saprotu. Ja adata nodilst, tad tā vairs nespēj izsekot skaņas rieviņu vissīkākajiem izlīkumojumiem un bez tam tā bojā skaņu plati.

MIKRONI UZ ILGI SPĒLĒJOŠĀS SKAŅU PLATES

Z. — Bet vai tu zini, kādu garumu no ārējās skaņas rieviņas aizņem viens 5000 Hz frekvences periods, ja skaņu platei ir 30 cm diametrs un tās griešanās ātrums — $33\frac{1}{3}$ apgriezieni minūtē?

N. — Man būtu interesanti to uzzināt.

Z. — Abi pusperiodi aizņem mazāk par milimetra desmitdaļu.

N. — Tas ir ārkārtīgi maz.

Z. — Bet es ņemu vislabvēlīgāko gadījumu. Atskaņošanas beigās adata virzās pa iekšējām rieviņām, kuru diametrs ir līdz 13 cm. Tās pašas 5000 Hz skaņas periods aizņem pavisam tikai 0,04 mm (vai 40μ) no skaņas rieviņas garuma!

N. — Tev taisnība, Zini. Skaņas rieviņas kustības ātrumam zem skaņu noņēmēja adatas jāsamazinās, adatai tuvojoties skaņu plates centram.

Z. — Jā. Atskaņojot ilgi spēlējošās skaņu plates (tā saucamās skaņu plates ar mikroierakstu), ja to diametrs 30 cm un griešanās ātrums $33\frac{1}{3}$ apgriezieni, lineārais ātrums samazinās no 45 cm/sek. sākumā līdz 20 cm/sek. plates beigās.



N. — Es domāju, ka tāpēc arī augstie toņi, kas ierakstīti tuvāk skaņu plates centram, tiek atskaņoti nepietiekami labi.

Z. — Praktiski augsto toņu vājināšanās ir maz jūtama. Un tomēr šī pakāpeniskā lineārā ātruma samazināšanās teorētiski ir viens no galvenajiem skaņu plašu atskaņošanas tehnikas trūkumiem.

NO SKAŅU PLATES PIE SKAŅU LENTAS

N. — Man ir aizdomas, ka tu, kā vienmēr, pēc diagnozes uzstādīšanas dosi man arī zāles pret šo slimību.

Z. — Zāles ir šādas: jāatsakās no skaņu plates un jāizmanto magnetofona jeb t. s. skaņu lentas.

N. — Tu domā magnetofonus, kuros plastmasas lentas notinas no vienas kasetes un uztinas uz otru, virzoties gar mazām kārbīņām, kuras dīvaini sauc par magnētiskām galviņām?

Z. — Tieši tā. Šāda lentas no vienas puses noklāta ar feromagnētisku pulveri, tādu pašu, ko lieto augstfrekvences spoļu serdeni izgatavošanai. Ļoti sīkie feromagnētiskās vielas graudiņi magnētiskā laukā viegli magnetizējas un spēj saglabāt savu magnetizēšanās stāvokli.

N. — Es, šķiet, sāku nojaust, kas notiek. Magnētiskajā galviņā jāatrodas elektromagnētam ar noasinātu serdeni. Magnētiskā lentas virzās tam garām. Un, ja caur elektromagnēta spolīti plūst zemfrekvences strāva, tad magnētiskā lauka izmaiņas, kas rodas, tiks ierakstītas lentā kā mainīga magnetizēšanās.

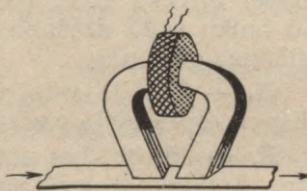
Z. — Tavi minējumi nav tālu no patiesības, bet tu kļūdieš, ja iedomājies, ka izmanto elektromagnētu ar noasinātu serdeni. Tādā gadījumā magnētiskā lauka spēka līnijām būtu jāatgriežas pretējā magnētiskā polā... ārpus magnēta un lentas būs it kā iegremdēta izkliedētā magnētiskā laukā.

N. — Par to es nebiju padomājis... Ko nu darīt?

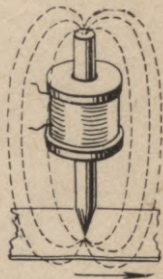
Z. — Lai iegūtu koncentrētu magnētisko lauku (bet tas ir augsto frekvenču atskaņošanas nepieciešams noteikums), jāizmanto pakavveida elektromagnēts, kurā sprauga starp poliēm ir ļoti šaura (tās platums daži mikroni). Šādā gadījumā lentas precīzi nomagnetizēties visā celiņa platumā, kurš piespiežas spraugai (134. zīm.).

TRIS VAI VIENA GALVIŅA

N. — Tas ir pilnīgi skaidrs. Domāju, ka atskaņošanai izmanto tādu pašu galviņu kā ierakstīšanai. Lentas virzoties gar tās spraugu, mainīgā magnetizēšanās, kas rodas feromagnētiskās vielas pulverī ierakstot, inducē galviņas spolītē zemfrekven-



134. zīm. Skaņas ieraksts magnetofona lentā.



ces strāvas, kas pēc pastiprināšanas dod iespēju saklausīt agrāk ierakstītās skaņas.

Z. — Tas ir pareizi. Vienkāršākajos magnetofonos lielāko tiesu viena un tā pati galviņa domāta kā ierakstam, tā arī atskaņošanai. Pirmajā gadījumā to pieslēdz pastiprinātāja izejā, kura ieejā pieslēgts mikrofons. Pārslēdzot magnetofonu atskaņošanai, galviņu, kas pastiprināto signālu pievada skaļrunim, pārslēdz pastiprinātāja ieejai.

N. — Man šķiet, ka magnetofona lielā priekšrocība ir tā, ka lenta tinās ar vienmērīgu ātrumu.

Z. — Pareizi. Lenta kustas ar standarta ātrumu (4,75; 9,53; 19,05 un 38,1 cm/sek.). Jo lielāks ātrums, jo labāka ieraksta kvalitāte, sevišķi augstajās skaņu frekvencēs.

N. — Jā, bet, palielinot ātrumu, samazinās ieraksta ilgums lentā.

Z. — Protams. Bet tagad ražo magnetofonus, kas var skaņas ierakstīt divos vai pat četros paralēlos celiņos uz vienas lentas. Tas 2 vai 4 reizes paildzina skanējumu, kas var sasniegt vairākas stundas.¹

N. — Es dzirdēju, ka magnetofona lentu var izmantot vairākkārt, izdzēšot no tās ierakstu kā zīmuļa rakstu no papīra. Vai tā tas ir?

Z. — Pilnīgi pareizi. Bet magnētisko ierakstu var nodzēst vienkārši ar ultraskaņas frekvences (t. i., virs frekvencēm, ko uztver cilvēka auss, piemēram, 25 000 Hz) magnētisko lauku. Šo lauku rada dzēšanas galviņa, kura uzstādīta pirms pierakstīšanas galviņas.

N. — Tātad, lentai virzoties gar dzēšanas galviņu, tā «attīrās» no iepriekšējā pieraksta?

Z. — Jā, bet tas notiek tikai tad, ja izdarām jaunus ierakstus. Atskaņojot dzēšanas galviņa tiek atslēgta.

N. — Bet vai var iztikt ar vienu galviņu kā ierakstīšanai, tā arī atskaņošanai un dzēšanai?

Z. — Praktiski tā nedara. Tomēr man tev jāsaaka, ka mainīgais ultraskaņas magnētiskais lauks jāsaista ar lauku, kas kalpo ierakstam, bet šim nolūkam ierakstīšanas galviņai bez frekvences strāvas vēl pievada arī ultraskaņas frekvences strāvu.

N. — Ak dievs, bet kāpēc tad?

Z. — Nomierinies! Tā ierakstu nenodzēsīs, jo salīdzinājumā ar nodzēšanas strāvu ir ļoti niecīga. Ultraskaņas frekvences strāvas mazā deva nepieciešama, lai «sapurinātu» lentā feromagnētiskās vielas graudiņus, kas magnetizējas signāla radītā zemfrekvences magnētiskā lauka ietekmē.

N. — Ļoti labi, ka galviņas spēj veikt vairākas funkcijas. Bet es jūtu, ka mana galva šovakar vairs ne uz ko nav spējīga.

Z. — Ievērojot šo visiem zināmo piesātinājuma parādību, labāk mūsu sarunu par skaņas konservēšanu izbeigt.



¹ Pēdējā laikā gan vērojama tendence sasniegt augstu skaņas kvalitāti ar samērā lēniem lentas ātrumiem. To sasniedz, izmantojot uzlabotas konstrukcijas galviņas ar ļoti šaurām spraugām starp magnētiskajiem poliem. Tā, piemēram, populārā magnetofona uzlabotais modelis «AIDAS-9M» pie lentas ātruma 9,53 cm/sek. spēj ar labākām lentām ierakstīt un atskaņot 30÷16 000 Hz frekvenču joslu. (Tulk. piez.)

Ir pienācis brīdis, kad mūsu draugiem jāpabeidz brīnišķīgais ceļojums pa krāšņo radiovalstību. Ja jūs uzmanīgi sarunām sekojāt, tad radio jums vairs nebūs noslēpums, vismaz galvenajos jautājumos. Bet pirms šķiršanās Zinis un Nezinis vēl uzņēmīs un, izmantojot gūtās zināšanas, arī izanalizēs shēmu radiouztvērējam, ko tie nolēmuši samontēt.

PIE DARBA!

Nezinis. — Zvēru pie pentodes! Ko es redzu! Tu laikam, mīļo Zini, esi iztukšojis veselu radioveikalu.

Zinis. — Gandrīz tā, Nezinīt. Tagad mēs ieejam mūsu tehniskās sadarbības aktīvajā fāzē, kura, kā ceru, būs tikpat auglīga kā...

N. — Esi žēlīgs. Nerunā tik augstā stilā. Pasaki, kādam nolūkam vajadzīgs tik liels ekranētu spolīšu, radiolampu, pretestību un kondensatoru daudzums?

Z. — Nu tādēļ, lai beidzot uzsāktu tik sen krustmātei apsolītā radiouztvērēja montāžu. Man liekas, ka tagad tu visu nepieciešamo par radiouztvērēja darbību zini, lai bez bailēm uzsāktu tā būvi.

N. — Es esmu ļoti glaimots par šo uzticības pierādījumu. Sāku runāt pat tavā stilā. Es tāpat gribētu zināt, kādu shēmu tu ieteiksi man.

Z. — Es tev neko negribu uzspiest. Izsaki savu vēlēšanos, un es pacientišos sastādīt tādu shēmu, kas tevi apmierinātu.

N. — Lieliski. Es gribētu labāk superheterodīnu. Un, tā kā tam jābūt ļoti jutīgam, pirmajai pakāpei jābūt augstfrekvences pastiprinātājam.

Z. — Tava vēlēšanās ir izpildīta, Nezinīt (135. zīm.). Signālu uz radiolampas — augstfrekvences pastiprinātāja RL_1 stūrējošo tīkliņu mēs pievadām caur ieejas kontūru L_1L_2 , kura sekundāro tinumu noskaņojam ar kondensatoru C_1 . Tīkliņa nobīdes spriegumu iegūst ar katodķēdes pretestību R_1 , bet spriegumu uz ekrāntīkliņu — ar pretestību R_2 . Ar šiem pašiem indeksiem apzīmētas arī atbilstošās pretestības visām pārējām radiolampām.

N. — Tu esi aizmirsis apzīmēt atsaistišanas kondensatorus.

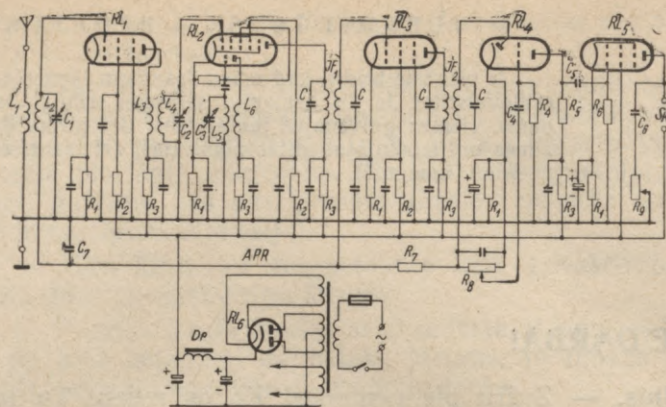
Z. — To es izdarīju ar nolūku, lai nepārblīvētu zīmējumu. Tagad tu zini, ka kondensatori bez apzīmējumiem domāti atsaistišanai.

N. — Piekritu. Domāju, ka kondensatora C_7 nozīme ir tāda pati kā kondensatoram C_7 78. zīmējumā.

Z. — Tev ir lieliska atmiņa, apsveicu! Patiešām, šis kondensators domāts svārstību kontūra L_2C_1 ķēdes augstfrekvences ceļa noslēgšanai. Maiņkondensatora stators obligāti tiek iezemēts, jo to nostiprina uz metāla šasijas. Bet spolītes L_1 izvads pievienots automātiskā pastiprinājuma regulēšanas ķēdei, kurā ir niecīgs spriegums. Kondensators C_7 svārstību kontūra ķēdi noslēdz. Pretestība R_7 un kondensators C_7 izveido automātiskā pastiprinājuma regulēšanas ķēdei vajadzīgo laika konstanti.

N. — Bet tagad mani interesē triodes-heksodes RL_2 jaucējpakāpe.





135. zīm. Galīgā shēma, pēc kuras, ievērojot daudzās izmaiņas, Nezinis sāks būvēt savu radiouztverēju.

Z. — Nav nekas vienkāršāks. Caur anodkontūru L_3L_4 , kura sekundārais tinums noskaņots ar kondensatoru C_2 , mēs pievadām pastiprināmu augstfrekvences spriegumu heksodes pirmajam tīkliņam. Starp citu, pievērs uzmanību tam, ka visu radiolampu anodkēdēs ieslēgtas atsaistīšanas pretestības R_3 . Vietējais oscilators sastāv no kombinētās radiolampas triodes daļas, svārstību kontūra L_5C_3 un atgriezeniskās saites spoles L_6 . Tā spriegums, kā pienākas, pievadīts heksodes trešajam tīkliņam.

N. — Tālāk shēmā varu orientēties pats. Starpfrekvences spriegumu pievada pentodes RL_3 — starpfrekvences pastiprinātāja tīkliņam caur joslu filtru JF_1 ar noskaņotu primāro un sekundāro kontūru. Otrais joslu filtrs JF_2 pievada pastiprināto starpfrekvences spriegumu detektora diodei, kas ir kombinētās radiolampas RL_4 viena sekcija. Tās otra daļa — triode domāta iepriekšējai zemsfrekvences pastiprināšanai...

Z. — Nezini, tu jau kā runājoša radiotehnikas mācību grāmata... un nemaz nerunā muļķības!

N. — Neaizvaino mani, Zini! Pēc tam kad esmu izpētījis katru atsevišķu shēmas elementu, man nav grūti izprast visu shēmu. Diode-triode RL_4 ieslēgta klasiskajā shēmā. Nodetektēto spriegumu mēs noņemam no potenciometra R_8 ar slīdkontaktu un pievadām caur saites kondensatoru C_4 uz triodes stūrējošo tīkliņu. Nobīdes spriegumu tīkliņš saņem caur pretestību R_4 .

Z. — Bet automātiskā pastiprinājuma regulēšana?

N. — Tā arī ir visparastākā shēma. Nodetektēto spriegumu caur ķēdi R_7C_7 pievada augstfrekvences un starpfrekvences pastiprinātāju radiolampu stūrējošiem tīkliņiem. Tā tiek regulēts to pastiprināšanas koeficients.

Z. — Šodien tev nāk ārā kā no pārpilnības raga. Nu tad pabeidz shēmas apskatu.

N. — Saites ķēde, kas sastāv no pretestības R_5 un kondensatora C_5 , starp zemsfrekvences iepriekšējo pastiprinātāju un gala pentodi RL_5 ir pavisam triviāla. Tāpat nekas neparasts nav divpusperiodu taisngriezis ar netiešās kvēles kenotronu RL_6 . Neko nevar iebilst arī pret filtru, kas sastāv no diviem elektrolītiskiem kondensatoriem un droseles Dr .



Z. — Varu tikai piebilst, ka zemfrekvences pastiprinātāju radiolampu katodos kā atsaistīšanas kondensatorus arī izmanto elektrolītiskos kondensatorus, jo tur nepieciešamas lielas kapacitātes... Vai tagad tev šai shēmā viss ir skaidrs?

N. — Man vēl jāatzīmē, ka starp izejas radiolampas anodu un šasiju ieslēgts neparasts kondensators C_6 virknē ar potenciometru R_9 . Kam tie domāti?

Z. — Lai skaļrunī nelaistu pārāk augstās skaņu frekvences.

Redzi, kas par lietu. Zemfrekvences pastiprinātajos izmantotajām pentodēm ir nejauka īpašība vairāk pastiprināt augstākās frekvences, tā izceļot spalgas skaņas. Lai mūzikas pārraides tembru mikstinātu, augstāko frekvenču spriegumu samazina ar ķēdi C_6R_9 . Jo augstāka frekvence, jo vieglāk tā iziet caur kondensatoru. Lai varētu regulēt atzarotās strāvas lielumu, izmanto ar kondensatoru virknē slēgto potenciometru R_9 . Jo lielāka ir ieslēgtās pretestības daļa, jo mazāk augstākās frekvences pa šo ķēdi atzarosies, un otrādi, šo pretestību samazinot, mēs spalgu skaņu intensitāti samazināsim. Šādu regulatoru sauc par tembra regulatoru.

N. — Tātad bez noskaņošanas pogas, kas apvieno maiņkondensatoru sekcijas, radiouztvērējam ir vēl skaļuma regulēšanas R_8 un tembra regulēšanas poga R_9 .

Z. — Tu aizmirsi nosaukt vēl viļņu diapazonu pārslēgu... Bet tagad, draudziņ, tev nekas cits neatliek kā apbruņoties ar platknaiblēm, skrūvgriezi un lodāmuru un sēties pie darba.



PĒDĒJIE PADOMI

N. — Tu tiešām domā, ka es varēšu iztikt bez taviem padomiem?

Z. — Protams, divdesmit trijos vakaros, ko mēs tik patīkami pavadījām sarunās, es nepieskāros teorijas finesēm. Bet tagad tev jau ir pietiekamas zināšanas, lai bez grūtībām izprastu jebkuru shēmu. Vissarežģītākās shēmas var sadalīt noteiktā daudzumā vienkāršu elementu, kuri tev ir labi zināmi. Laiks un pieredze tev iemācīs tās pazīt no pirmā acu uzmetiena.

Lasot shēmas, centies strāvu ceļam dažādās ķēdēs izsekot ar zīmuli. Sevišķi tas noderīgs radiolampas ķēdē katods-anods. Neaizmirsti, ka elektroni vienmēr izplūst no katoda un ka tiem noteikti katodā jāatgriežas. Vingrinies biežāk shēmu lasīšanā. Tikai teicami apgūstot šo priekšmetu, izpētot katra elementa nozīmi, tu varēsi labi veikt konstruēšanas praktisko darbu... Tāpēc neaizmirsti, ka radiotehnika ir jauna zinātne, kas atrodas savas attīstības plaukumā, un ka, tikai regulāri lasot labas grāmatas un žurnālus, tu iegūsi informāciju par radiotehnikas visjaunākajiem sasniegumiem.

Man tev jāsaka, ka mēs iztīrījām tikai radiouztvērēju lampu shēmas, bet taču tagad uztvērējos plaši izmanto ne tikai radiolampas, bet arī citas detaļas — tranzistorus. Par tiem mēs parunāsim vēlāk, kad mums būs brīvi vakari.

Visu mūsu sarunu gaitā tu man uzdevi tik daudz jautājumu, ka, man liekas, es savukārt arī varu uzdot tev vienu jautājumu: vai tu joprojām uzskati, ka radio — tas ir «velnišķīgi sarežģīti»?

N. — Tagad gan vairs ne, un es domāju, ka... Radio?... Tas ir ļoti vienkārši!



PASKAIDROJUMI PAR PIRMO SARUNU

POTENCIĀLS, VADITĀJI UN DIELEKTRIĶI

Šai sarunā Zinis izskaidroja Nezinim daudz elektrotehnisku jēdzienu, kurus mēs šeit pacentīsimies sistematizēt.

Visu vielu atomi sastāv no noteikta skaita elektronu un protonu. Elektroni ir elementāri negatīvie elektriskie lādiņi, bet protoni, kas ietilpst atomu kodolu sastāvā, ir elementāri pozitīvie elektriskie lādiņi. Šo lādiņu savstarpējā attiecība nosaka atoma elektrisko stāvokli vai tā potenciālu. Atoms ir neitrāls, ja tas satur tikpat daudz elektronu, cik protonu. Tas ir negatīvs, ja elektronu skaits pārsniedz protonu skaitu, un pozitīvs, ja attiecība pretēja.

Jāatzīmē, ka dotajā atomā protonu skaits vienmēr paliek nemainīgs; tikai daži elektroni, pārvarot pievilkšanas spēku starp elektroniem un protoniem, spēj pāriet no viena atoma pie otra. Bez tam šādi «brīvie» elektroni pastāv tikai noteiktās vielās, ko sauc par vadītājiem. Vielas, kuru atomi nesatur brīvos elektronus, pieder pie dielektriķu kategorijas.

Atoma kodols satur ne tikai elektronus un protonus, bet arī neitronus, kas, palielinot atoma masu, neizmaina tā elektrisko stāvokli.

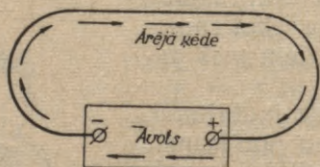
ELEKTRISKĀ STRĀVA

Ja starp vadītāja atomiem pastāv elektriskā stāvokļa atšķirības jeb potenciāla starpība, līdzsvars tiek atjaunots, pārpalikušajiem elektroniem aizplūstot no negatīvās puses — pola uz pozitīvo. Elektronu plūsma no negatīvā pola uz pozitīvo ir elektriskā strāva. Elektronu kustības virziens ir pretējs nosacītajam strāvas virzienam (no pozitīvā uz negatīvo polu), kas pieņemts tajos laikos, kad vēl nezināja elektriskās strāvas dabu.

Jāuzsver, ka elektronu kustība pa vadītāju nenotiek tik vienkārši, kā to varētu iedomāties pēc Ziņa izskaidrojuma.

Pa vadītāju no viena tā gala uz otru neizskrien kāds noteikts elektrons. Visbiežāk šis elektrons tikai pāriet no viena atoma uz kaimiņu atomu, no kurienes cits elektrons pārlec uz nākamo atomu utt. Elektrona kustības ātrums ir relatīvi neliels, bet kopējā kustība notiek ar vienmērīgu ātrumu, kas tuvs 300 000 km/sek. Tas arī ir elektriskās strāvas izplatīšanās ātrums.

Elektronus var salīdzināt ar automobiļu rindu, kas apstājusies pie slēgtas dzelzceļa pārbrauktuves. Kad barjeru paceļ, visa automobiļu virkne strauji uzsāk gaitu. Pēdējais automobilis izkustas no vietas drīz pēc tam, kad sācis braukt pirmais: tas arī ir strāvas ātrums. Taču katras automašīnas individuālais ātrums (elektronu ātrums) šai momentā ir relatīvi neliels. Ja vadītāja galos potenciālu starpība jeb spriegums netiek uzturēts, tad pēc elektriskā līdzsvara iestāšanās strāva vadītājā izbeidzas. Lai strāva plūstu nepārtraukti, negatīvā pola



136. zīm. Elektronu kustība caur barošanas avotu un pa ārējo ķēdi.

atomiem nepārtraukti jāpiegādā elektroni un jāatņem elektroni no pozitīvā pola. Ar to arī izskaidrojama jebkura strāvas avota nozīme, jo tas ražo elektrisko enerģiju. Par šādu avotu var būt elektriskā baterija (kur ķīmiskā enerģija pārveidojas elektriskajā enerģijā), termoelektriskā baterija (kas siltumu pārveido elektrībā) vai elektrostacijā uzstādītais ģenerators, kas pārveido dzinēja mehānisko enerģiju elektriskajā strāvā.

Jāatzīmē, ka pašā barošanas avotā elektroni virzās no pozitīvā pola uz negatīvo (136. zīm.). Tas notiek tādēļ, ka elektroni jāatņem pozitīvā pola atomiem, lai radītu elektronu pārpalikumu negatīvā pola atomos. Tādējādi elektriskajā ķēdē elektroni plūst vienā un tai pašā virzienā no viena gala uz otru.

VOLTS, AMPĒRS, OMS

Potenciālu starpību jeb spriegumu, kas pastāv starp diviem vadītāja punktiem, mēri un izsaka *v o l t o s*.

Caur vadītāja šķērsriezumu sekundē izplūstošais elektronu daudzums var būt lielāks vai mazāks. Tas nosaka *s t r ā v a s s t i p r u m u* (intensitāti), ko mēri *a m p Ē r o s*.

Atkarībā no garuma, šķērsriezuma un materiāla vadītājs strāvas caurplūšanai izrāda lielāku vai mazāku *p r e t e s t ī b u*. Pretestību mēri *o m o s*.

Jo garāks vadītājs, jo lielāka tā pretestība. Bet, jo lielāks vadītāja šķērsriezums, jo tā pretestība ir mazāka.

OMA LIKUMS

Palielinot spriegumu, kas pievadīts dotā vadītāja galiem, mēs līdz ar to proporcionāli palielinām to elektronu skaitu, kuri sākuši kustēties, t. i., palielinām strāvas stiprumu. Tāpēc varam konstatēt, ka *s t r ā v a s s t i p r u m s* ir tieši *proporcionāls spriegumam*.

Pievadot vienādus spriegumus vadītājiem ar dažādu pretestību, jākonstatē, ka vadītāji, kuriem liela pretestība, laiž cauri vājāku strāvu. No tā var secināt, ka *s t r ā v a s s t i p r u m s* ir *apgriezti proporcionāls pretestībai*.

Abas pieminētās likumsakarības formulētas Oma likumā: *s t r ā v a s s t i p r u m s* ir tieši *proporcionāls spriegumam un apgriezti proporcionāls pretestībai*.

Tāpēc, ja ir zināms vadītāja galiem pievadītais spriegums (voltos) un ir zināma vadītāja pretestība (omos), tad, izdalot pirmo lielumu ar otro, mēs varam uzzināt vadītājam cauri plūstošās strāvas stiprumu (ampēros). Tā, pievadot 10 V spriegumu vadītājam, kura pretestība ir 5Ω, mēs iegūstam 2A. Tieši tāpat 1 V spriegums, kas pievadīts vadītājam ar 1Ω pretestību, dos 1 A strāvu.

Oma likums ir elektrotehnikas un radiotehnikas pamatlikums, tāpēc labi jāieņem šī likuma galvenās formas.

TRIS OMA LIKUMA VEIDI

Oma likuma formulā

$$I = \frac{U}{R}$$

spriegums *U* ir dalāmais, pretestība *R* — dalītājs, bet strāva *I* — dalījums. Atcerēsimies, ka dalāmais vienāds ar dalītāja un dalījuma reizinājumu. Tāpēc mēs šo likumu varam izteikt jaunā veidā:

$$U = IR.$$

Tas nozīmē, ka *spriegums ir strāvas un pretestības reizinājums*. Tādējādi, zinot pa vadītāju plūstošās strāvas stiprumu un vadītāja pretestību, mēs varam, šos abus lielumus pareizinot, noteikt spriegumu, kas šo strāvu rada.

Un, beidzot, pamatojoties uz Oma likuma otro formu un atceroties, ka, reizinājumu U dalot ar vienu no reizinātājiem — I , iegūstam otru reizinātāju R , varam rakstīt

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

Šī formula ir Oma likuma trešā forma. Tātad *pretestība vienāda ar spriegumu, kas dalīts ar strāvu*.

Ja zinām sprieguma lielumu uz vadītāja galiem un strāvas stiprumu, ko spriegums nosaka, varam uzzināt vadītāja pretestību, izdalot pirmo lielumu ar otro.

Uz šī likuma pamatojas ommetri — instrumenti, ar kuriem mēri vadītāju pretestību. Tie sastāv no baterijas, kurai zināms spriegums, un ampērmetra (instrumenta strāvas stipruma mērīšanai). Kad baterijas spriegumu pievada mērījamam vadītājam, ampērmetrs rāda nostabilizējušās strāvas vērtību. Pēc tam mērījamās pretestības noteikšanai atliek izdalīt zināmo baterijas sprieguma lielumu ar strāvas stiprumu, ko nolasa uz ampērmetra.

PASKAIDROJUMI PAR OTRO SARUNU

MAIŅSTRĀVA

Ja pirmajā sarunā Zinis stāstīja par līdzstrāvu, t. i., par strāvu, kas rada spriegumu, kuram ir pastāvīga amplitūda un virziens, tad otrajā sarunā viņš uzsāka stāstu par maiņstrāvu.

Šo strāvu rada mainīgs spriegums. Maiņsprieguma gadījumā vadītāja viena gala potenciāls mainās attiecībā pret vadītāja otra gala potenciālu pārmaiņus no pozitīva uz negatīvu, un otrādi, izejot caur visiem starppotenciāliem (ieskaitot arī nulles potenciālu). Rezultātā rodas strāva, kas nepārtraukti izmaina virzienu: plūstot vienā virzienā, tā pieaug, sasniedzot maksimumu, ko sauc par *amplitūdu*, tad sāk samazināties, zināmā momentā sasniedzot pat nulli, tad atkal palielinās, bet šoreiz jau pretējā virzienā, un tad, sasniedzot maksimālo vērtību, sāk samazināties, lai pēc tam atkal izietu cauri nulles punktam, pēc kura visu izmaiņu cikls atjaunojas.

Laika sprīdi, kurā notiek viens šāds cikls (laiks, kurā strāva izmainās abos virzienos), sauc par *maiņstrāvas periodu*. Periodu skaitu, ko maiņstrāva veic vienā sekundē, sauc par *frekvenci*. Protams, *jo īsāks periods, jo vairāk vienā sekundē periodu un jo augstāka frekvence*.

Maiņstrāvu izmanto elektriskajam tīklam. Maiņstrāvu ražo iekārtas, ko sauc par «maiņstrāvas ģeneratoriem». Eiropā maiņstrāvas frekvence ir 50 per./sek. vai 50 Hz, Amerikā — 60 Hz.

ELEKTROMAGNĒTISKIE VIĻŅI

Minētās «rūpnieciskās frekvences» radīstam ir pārāk «zemas», jo radio-technikā pārraidēm nepieciešamo radioviļņu radīšanai (ģenerēšanai) izmanto augstfrekvences strāvas ar vismaz 10 000 Hz lielu frekvenci, citiem

vārdiem, ar periodu, kas vienlīdzīgs vai mazāks par 0,0001 sek. Katrs šādas strāvas periods, strāvai plūstot pa vertikālu vadu — *raidantenu*, rada elektromagnētisko viļņi (radioviļņi), kas telpā ap antenu izplatās kā nepārtraukti augošs gredzens. Šī gredzena augšana jeb paplašināšanās notiek ar pasakainu ātrumu, radioviļņi attālinot no antenas par 300 000 000 m/sek., t. i., ar gaismas ātrumu. Šai apstākļi nav nekā dīvaina, jo radioviļņiem un gaismas viļņiem ir viena un tā pati daba — kā vieni, tā otri ir elektromagnētiskie viļņi.

Attālumu starp diviem viļņiem, ko secīgi izstaro antena, sauc par *viļņu garumu*. Jo īsāks periods (vai augstāka frekvence), jo mazāks šis attālums, t. i., radioviļņi cits citam seko ar mazāku intervālu.

Radiotehnikā izšķir dažādas radioviļņu kategorijas vai «diapazonus», kas klasificēti visai nosacīti:

Garie viļņi — viļņa garums 600 m un vairāk;

vidējie viļņi — viļņa garums no 200 līdz 600 m;

īsie viļņi — viļņa garums no 10 līdz 200 m;

ultraīsie viļņi — no 1 līdz 10 m.

Decimetru viļņi — 10 cm līdz 1 m.

Centimetru viļņi — no 1 līdz 10 cm.

¹Pēdējie ļoti cieši tuvojas infrasarkanā starojuma garo viļņu galam.¹

Tāpat jāpiezīmē, ka radiotehnikā vārda «periods» vietā dažreiz lieto vārdu «cikls», bet vārdus «periods sekundē» vai «cikls sekundē» parasti aizvieto ar terminu hercs (fizika uzvārdā, kas eksperimentāli pierādīja elektromagnētisko viļņu pastāvēšanu). Sakarā ar to, ka radiotehnikā bieži ir darīšana ar ļoti augstām frekvencēm, izmanto lielākas mērvienības: kilohercs (kHz) = 1000 Hz, megahercs (MHz) = 1 000 000 Hz un gigahercs (GHz) = 1 000 000 000 Hz.

MAGNĒTISKAIS LAUKS

Fakts, ka elektromagnētiskos viļņus rada elektriskā strāva, ir viens no daudzajiem elektrisko un magnētisko parādību ļoti lielās līdzības (ja ne vairāk) izpaudumiem. Jebkura elektronu pārvietošanās vadītājā (tiešā tā tuvumā) telpā izraisa īpašu stāvokli, ko sauc par *magnētisko lauku*. Magnetizētā kompasa adata konstatē magnētisko lauku ap vadītāju, pa kuru plūst strāva, pie tam magnētadata nostājas perpendikulāri vadītājam. Izmainot strāvas virzienu, magnētadata pagriežas otrādi, kas norāda, ka magnētiskajam laukam ir polaritāte, kura nosaka strāvas virzienu.

Šādu magnētisko lauku var pastiprināt, ja vadītāju savij spolē. Tādā gadījumā atsevišķo vijumu magnētiskais lauks summējas un spole, kurā plūst strāva, darbojas kā stienveida pastāvīgais magnēts.

Šādu magnētu (tā radīto lauku) var pastiprināt, spolē ievietojot dzelzs stieni. Nerūditai, mikstai dzelzij magnētiskā caurlaidība ir ievērojami lielāka nekā gaisam. Magnētiskais lauks šādā serdenī koncentrējas, un mēs iegūstam *elektromagnētu*. Ja serdenis izgatavots no mīkstas dzelzs, tad, izslēdzot spolē strāvu, tas vairs nav nomagnetizēts (vai arī nedaudz paliek nomagnetizētā stāvoklī). Bet, ja serdenis izgatavots no rūdītas dzelzs (tērauda), tas paliek magnetizēts arī pēc strāvas izslēgšanas. Tieši šādā veidā patlaban izgatavo «mākslīgos» pastāvīgos magnētus.

¹Ar ultraīsaļiem viļņiem parasti mūsu literatūrā saprot ne tikai metru viļņus, bet arī decimetru, centimetru un pat milimetru viļņus (ar viļņu garumu no 1 cm līdz 1 mm). Milimetru viļņi (viļņa garums 1÷2 mm) saskaras ar infrasarkanā starojuma diapazonu. (Tulk. piez.)

INDUKCIJA

Elektriskās strāvas izmaiņas izraisa tai atbilstošas magnētiskā lauka izmaiņas, un otrādi, *mainīgs magnētiskais lauks inducē vadītājos maiņstrāvu*. Tuvinot vai attālinot magnētu no spoles, mēs inducējam spolē strāvu, kas pastāv tikai magnēta kustības laikā, t. i., tikai tai brīdī, kad magnētiskais lauks mainās.

Sevišķi labi jāiegaumē, ka strāvu vadītājā inducē tieši šis magnētiskā lauka izmaiņas, bet nevis magnētiskā lauka klātbūtne.

Magnēta vietā spolei var tuvināt citu spoli — elektromagnētu, kurā plūst līdzstrāva. Rezultāts būs tāds pats. Var novietot vienu spoli blakus otrai un laist tajā maiņstrāvu. Šī maiņstrāva, kas plūst vienā spolē, radīs (inducēs) maiņstrāvu arī otrā. Šo parādību sauc par *i n d u k c i j u*. Starp spolēm nav nepieciešams tiešs kontakts, jo starp tām pastāv neredzama magnētiskā saite. Abas spoles kopā veido *e l e k t r i s k o t r a n s f o r m a t o r u*. No turpmākā kļūs skaidrs šāda nosaukuma pamatojums.

PASKAIDROJUMI PAR TREŠO SARUNU

LENCA LIKUMS

Turpinot pārrunas par magnētisko indukciju, mūsu jaunie draugi atklāja Lenca likumu, lai gan to īstajā vārdā nenosauca. Viņi konstatēja, ka *inducētā strāva jebkurā momentā it kā darbojas preti primārajai strāvai, kura inducēto strāvu radījusi*. Kad primārā strāva palielinās, inducētā strāva plūst pretējā virzienā, bet, kad primārā strāva samazinās, inducētā strāva plūst tai pašā virzienā.

Kā redzams, indukcijas parādības pakļaujas vispārīgajam dabas likumam — darbības un pretdarbības likumam.

Inducētā strāva atkarīga no primārās strāvas izmaiņas ātruma un tās amplitūdas.

PAŠINDUKCIJA

Ja spolē plūstošā strāva inducē strāvas blakus esošās spolēs, tad tai acīmredzot jāinducē strāva arī «savas» spoles vijumos, pa kuriem tā plūst. Šī parādība, ko dēvē par *p a š i n d u k c i j u*, pakļaujas tiem pašiem indukcijas likumiem. Tāpēc, kad strāva spolē palielinās, parādās pašindukcijas strāva, kas plūst pretējā virzienā un tāpēc «bremzē» primārās strāvas palielināšanos. Tāpēc, pieslēdzot spoli līdzstrāvas ķēdē, nostabilizējusies jeb stacionārā strāva acumirkli nevar sasniegt normālo amplitūdu. Šim procesam nepieciešams zināms laika sprīdis, kas ir jo garāks, jo lielāks pašindukcijas koeficients vai, vienkāršāk, induktivitāte. Tāda pati aina ir tad, ja pakāpeniski uz spoles izvadiem palielina spriegumu. Spolē plūstošā strāva šim sprieguma pieaugumam sekos ar nelielu nokavēšanos, jo pašindukcijas strāva tai laikā darbojas pretējā virzienā.

Ja nu mēs spriegumu uz spoles sāksim samazināt, tad arī strāvas samazināšanās nokavēsies. Šai gadījumā pašindukcijas strāva plūst tai pašā virzienā, kurā plūst primārā strāva, un it kā cenšas to saglabāt (uzturēt). Robežgadījumā ļoti straujas primārās strāvas izmaiņas (piemēram, atvienojot slēdzi) inducē spriegumu, kas, sasniedzot lielu amplitūdu, rada dzirksteli slēdža kontaktos.

INDUKTIVITĀTE

Pievadot maiņspriegumu spoles izvadiem, spolē plūstošā maiņstrāva uztur mainīgu magnētisku lauku, kas savukārt uztur pašindukcijas strāvu. Šī strāva nepārtraukti darbojas pretī primārās strāvas izmaiņām un tāpēc traucē primārajai strāvai sasniegt to maksimālo vērtību, kas tai būtu, ja pašindukcijas strāva būtu nulle. (Šeit jāatgādina tas, ka, primārajai strāvai palielinoties, inducētajai strāvai ir pretējs virziens un tāpēc tā no primārās strāvas jāatskaita.) Viss noris tā, it kā spoles vadītāja aktīvajai pretestībai tiktu pieskaitīta cita pretestība, ko rada pašindukcija. Šī induktīvā pretestība ir jo lielāka, jo augstāka strāvas frekvence (tāpēc ka straujākas primārās strāvas izmaiņas rada lielākas pašindukcijas strāvas) un jo lielāks pašindukcijas koeficients.

Spoles pašindukcijas koeficients jeb induktivitāte ir atkarīga tikai no spoles ģeometriskajiem izmēriem: vijumu skaita, diametra un vijumu izvietošanas. Tā palielinās, palielinoties vijumu skaitam. Arī dzelzs serdenis spolē, koncentrējot magnētisko lauku, ievērojami palielina induktivitāti. Spoles induktivitāti mēri henrijos (H) vai arī vēl mazākās šīs vienības daļās: milihenrijos (mH) — henrija tūkstošdaļa un mikrohenrijos (μH) — miljonā daļa henrija.

Ja ar burtu L apzīmē henrijos izteiktu induktivitāti, tad strāvai ar f frekvenci (hercos) induktīvā pretestība $X_L = 2\pi fL = 6,28 fL$ (šeit 6,28 aptuvenā 2π vērtība).

KONDENSATORS

Pēc indukcijas un pašindukcijas galveno īpašību aplūkošanas Zinis un Nezinis pāriet pie kondensatoru iztīrējuma. Kondensatori uzkrāj elektriskos lādiņus un sastāv no diviem vadītājiem, kuri veido tā klājumu jeb plāksnītes, kas savstarpēji nodalītas ar izolatoru vai, runājot «inženieru valodā», — ar dielektriķi. Pieslēdzot kondensatoru strāvas avotam, elektroni uzkrājas uz klājuma, kas savienots ar negatīvo polu, un atstāj klājumu, kurš savienots ar pozitīvo polu. Lādiņu uzkrāšanos veicina arī atgrūšanās starp elektroniem, kas atrodas uz viens otram tuvu esošajiem klājumiem. Ja šos klājumus vienu no otra attālinātu, tie vairs nevarētu tik lielus lādiņus «noturēt».

Pieslēdzot kondensatoru strāvas avotam, nostabilizējas uzlādes strāva. Tā no sākuma ir liela, bet pēc tam, klājumu potenciālam tuvojoties strāvas avota potenciālam, samazinās. Kad šie abi potenciāli kļūst vienādi, strāva izbeidzas. Strāvas plūšanas ilgums ķēdē ir ļoti niecīgs.

KAPACITĀTE

Atkarībā no kondensatora spējām uzkrāt lielāku vai mazāku elektrības daudzumu saka, ka kondensatoram ir lielāka vai mazāka kapacitāte. Kapacitāti mēri farados (F), taču vairāk izmanto šīs mērvienības daļas: mikrofardu (μF) — farada miljonā daļa, nanofardu (nF) — 0,000 000 001 F un pat mikromikrofardu vai pikofardu ($\mu\mu\text{F}$ vai pF), kas vienāda 0,000 000 000 001 vai 10^{-12}F !

Pilnīgi dabiski, ka kapacitāte atkarīga no klājumu lieluma. Tā palielinās, palielinoties klājumu laukumam. Kapacitāte ir jo lielāka, jo mazāks atstatums starp klājumiem. Taču, izmantojot šo kapacitātes palielināšanas veidu, nevar iet pārāk tālu. Ja dielektriķa kārtiņas ļoti plānas, var notikt izlāde (dzirkstele). To sauc par kondensatora caursiti. Kapaci-

tāte ir atkarīga arī no dielektriķa materiāla. Vislabākais (un arī vislētākais) dielektriķis ir sauss gaiss. Tomēr, ja tā vietā izmanto jebkuru citu dielektriķi, tad kondensatora kapacitāte palielinās.

Atgādināsim, ka kondensatora kapacitāte nav atkarīga no klājumu (plašu) biezuma un materiāla.

PASKAIDROJUMI PAR CETURTO SARUNU

MAIŅSTRĀVAS PLŪŠANA CAUR KONDENSATORU

Iepriekšējā sarunā mēs kondensatoru atstājām uzlādētu. Atvienojot elektriskās strāvas avotu un savienojot kondensatora klājumus ar pretestību, izraisīsim kondensatora izlādi. Elektroni, kas galvenokārt atrodas uz negatīvā klājuma, izplūstot cauri pretestībai, aizpildīs elektronu iztrūkumu uz pretējā klājuma. Izlādes strāva, kas no sākuma ir liela, kļūst vājāka, potenciālam samazinoties starp klājumiem, un pilnīgi izbeidzas, kad abu klājumu potenciāli kļūst vienādi.

Kondensatoru pieslēdzot pie maiņstrāvas avota, var iegūt nepārtrauktas secīgas uzlādes un izlādes. Klājumi uzlādējas, izlādējas un atkal uzlādējas atbilstoši maiņsprieguma frekvencei, bet ķēdē (tā sauc elementu apvienojumu, pa kuru plūst strāva) sāk plūst maiņstrāva. Tas dod mums pamatu teikt, ka maiņstrāva plūst cauri kondensatoram, lai gan elektroni neizspiežas cauri dielektriķim no viena klājuma uz otru.

KAPACITĪVĀ PRETESTĪBA

Saprotams, ka maiņstrāva caur kondensatoru neizplūst tik viegli kā caur labu vadītāju. Maiņstrāvai kondensators izrāda zināmu pretestību. *Sī kapacitatīvā pretestība ir jo mazāka, jo lielāka kondensatora kapacitāte un augstāka strāvas frekvence.* Jo lielāks strāvas izmaiņu skaits sekundē, jo lielāks elektronu daudzums sekundē izplūst caur ķēdes vadu šķērsgriezumu.

Apzīmējot kondensatora kapacitāti, ja caur kondensatoru plūst strāva ar frekvenci f (hercos), ar burtu C (kas izteikta farados), kapacitatīvo pretestību X_c (omos) raksturo formula

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{6,28 f C}$$

Salīdzinot induktīvo un kapacitatīvo pretestību, redzam, ka tām ir pilnīgi pretējas īpašības: ja induktīvā pretestība palielinās, pieaugot induktivitātei un frekvencei, kapacitatīvā pretestība turpretī samazinās, kapacitātei un frekvencei pieaugot.

FĀZES NOBĪDE

Induktivitātes un kapacitātes atšķirīgā daba izpaužas arī citā, diezgan interesantā veidā. Atcerēsimies, ka strāva spolē tās induktivitātes dēļ seko pievadītā sprieguma izmaiņām ar zināmu aizkavēšanos (aplūkojiet uzmanīgi 9. zīm.). Šo nobīdi starp strāvu un spriegumu sauc par fāzes nobīdi. Var arī teikt, ka šai gadījumā strāva un spriegums nesakrīt fāzē. Pētot strāvas plūšanu caur ķēdi, kurā ieslēgts kondensators (12. zīm.), var

ievērot, ka elektronu kustība izbeidzas (strāva ir nulle) tai momentā, kad spriegums kļūst maksimāls; pēc tam kad spriegums samazinās, strāva palielinās un sasniedz maksimālo vērtību, kad spriegums, mainot virzienu, iet caur nulli; tālāk, kondensatoram uzlādējoties otrreiz, t. i., spriegumam palielinoties pretējā virzienā, strāva samazinās un sasniedz nulli tai momentā, kad spriegums kļūst vislielākais. Šis process kļūst pilnīgi skaidrs, ja, izpētījuši 12. zīmējumu, atcerēsīmies, ka maksimālais spriegums atbilst virzuļa galējam stāvoklim (vai maksimālajam membrānas izliekumam) un ka spriegums iet caur nulli, kad virzulis atrodas vidējā stāvoklī (membrāna izlīdzinās).

Kā redzams, šai gadījumā strāvas izmaiņas aizsteidzas priekšā sprieguma izmaiņām, jo, kamēr spriegums vēl ir nulle, strāva jau sasniegusi maksimumu. Tāpat kā induktivitātes gadījumā šeit notiek fāzes nobīde, kurai šoreiz ir pretēja zīme.

Ja ķēdē ir tikai «tīra» induktivitāte vai tikai «tīra» kapacitāte, tad fāzes nobīde sasniedz ceturtdaļperiodu (90°). Šis gadījums grafiski attēlots 16. un 17. zīmējumā, kurus vajadzētu uzmanīgi papētīt.

Faktiski spoles vai kondensatori «tīrā» veidā nepastāv: bez tiem ķēdē vienmēr ir zināma aktīvā pretestība. Tāpēc fāzes nobīde nekad nesasniedz maksimālo vērtību — ceturtdaļu perioda.

PRETESTĪBU SLĒGUMI

Uzmanīgi izpētot jebkuru ķēdi, var konstatēt, ka tajā ir visi trīs pretestību veidi: induktīvā, kapacitatīvā un aktīvā. Šādas ķēdes pretestību sauc par pilno, komplekso vai šķietamo pretestību. Jāiegaumē, ka pat taisnam vadam ir zināma induktivitāte, bet starp dažādiem ķēdes punktiem vienmēr var būt kapacitāte. Taču praksē ievēro tikai pārsvarā esošo lielumu. Tā, piemēram, spolei, kuras induktīvā pretestība dotās frekvences strāvai ir $10\,000\ \Omega$, aktīvās pretestības $10\ \Omega$ var vienkārši neņemt vērā. Bet, ja caur spoli plūst līdzstrāva, tad jāņem vērā tikai šie $10\ \Omega$, jo spoles induktivitāte izpaužas tikai pie maiņstrāvas.

Pretestības ķēdē var saslēgt dažādi. Pretestības savienotas virknē, ja strāva plūst caur tām pēc kārtas. Tās ir savienotas paralēli, ja strāva sazarojoties izplūst pretestībām cauri vienlaicīgi (13. zīm.).

Kad pretestības saslēgtas virknē, šķēršļi strāvas ceļā palielinās. Tāpēc *vairākas virknē savienotas pretestības ir ekvivalentas vienai pretestībai, kuras lielums vienlīdzīgs to summai*. Virknē saslēgtas induktīvās un kapacitatīvās pretestības arī summējas, bet, protams, ne tik vienkārši, kā to domāja Nezinis. Atceroties induktivitātes un kapacitātes atšķirīgo reakcijas raksturu attiecībā uz strāvu, nav grūti iedomāties, ka tās kaut kādā mērā viena otru neitralizēs. Tādējādi pilnā (šķietamā) pretestība ķēdei, kura sastāv no virknē slēgtām induktivitātēm un kapacitātēm, ir mazāka nekā induktīvā un kapacitatīvā pretestība atsevišķi. Virknē slēgtās pretestības vienkārši summēt var tikai tādā gadījumā, ja ķēde sastāv tikai no aktīvām pretestībām, tikai no kapacitatīvām pretestībām vai tikai no induktīvām pretestībām. Pēdējā gadījumā kopējo pretestību noteikt, virknes pretestības saskaitot, var tikai tad, ja spoles nav induktīvi saistītas.

REAKTĪVO PRETESTĪBU VIRKNES SLĒGUMS

Tā kā virknē slēgtās induktīvās pretestības summējas, var secināt, ka arī induktivitātēm (kuras, kā zinām, proporcionālas induktīvai pretestībai) vajadzētu summēties. Citiem vārdiem sakot, *vairākas virknē slēgtas spoles*

pēc savām elektriskām īpašībām ekvivalentas vienai spolei, kuras induktivitāte ir vienāda ar šo spoļu induktivitāšu summu.

Vai šis likums attiecas arī uz kondensatoriem? Var nojaust, ka ne, jo kapacitatīvās pretestības ir apgriezti proporcionālas kapacitātei. Un, tā kā vairāku virknē slēgtu kondensatoru kapacitatīvās pretestības summējas, tad jāskatās atsevišķu kapacitāšu apgrieztie lielumi, lai iegūtu ekvivalentās kapacitātes apgrieztu lielumu. Apzīmējot virknē slēgtu kondensatoru kapacitātes ar $C_1, C_2, C_3 \dots$, bet ekvivalentā kondensatora kapacitāti, kura kapacitātes var atvietot, — ar burtu C , tad iepriekš izteikto likumu var uzrakstīt ar šādu izteiksmi:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \dots$$

Ja virknē slēgti tikai divi kondensatori — C_1 un C_2 , to kopējo (ekvivalento) kapacitāti var aprēķināt ar šādu formulu:

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Jāatzīmē, ka rezultējošā kapacitāte ir vienmēr mazāka par mazāko virknē slēgtu kondensatoru kapacitāti. Starp citu, to varēja arī sagaidīt, jo tas ir kapacitatīvās pretestības palielināšanās noteikums, virknē saslēdzot vairākus kondensatorus.

PRETESTĪBU PARALĒLAIS SLĒGUMS

Tagad aplūkosim, kas notiek, ja pretestības saslēgsim paralēli. Šai gadījumā strāva plūst nevis pa vienu ceļu, bet gan sazarojas pa vairākiem, tātad ķēdes pretestība samazināsies. Atšķirībā no virknes slēguma šoreiz summēsies nevis pretestības, bet gan vadāmības. Vadāmība, to saprast nav grūti, ir pretestībai apgriezts lielums (t. i., $1/R$).

Vairāku aktīvu pretestību $R_1, R_2, R_3 \dots$ paralēlā slēguma kopējo pretestību var viegli aprēķināt, summējot vadāmības paralēlajos zaros. Kopējā vadāmība ir

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$$

Ja paralēli slēgtas tikai divas pretestības — R_1 un R_2 , to kopējo pretestību var aprēķināt ar šādu formulu:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

Salīdzinot paralēli slēgtas divas vienāda lieluma pretestības, rezultējošā pretestība ir vienāda ar šī lieluma pusi. Šādi spriežot, iegūsim līdzīgus rezultātus induktīvajām pretestībām un paralēli savienotu spoļu induktivitātēm (kas nav savstarpēji induktīvi saistītas).

Tāpat konstatēsim, ka vairāku kondensatoru paralēlā slēgumā rezultējošās kapacitatīvās pretestības apgrieztais lielums vienāds ar šo kondensatoru kapacitatīvo pretestību apgrieztu lielumu summu. Bet, kas attiecas uz pašām kapacitātēm, tad nebūtu piesardzīgi izmantot šīs pašas matemātiskās operācijas. Jau saslēdzot tās virknē, redzējam, ka kapacitātēm raksturīga sevišķa «uzvedība». Tas izskaidrojams ar to, ka kapacitatīvā pretestība ir apgriezti proporcionāla kapacitātei.

Tāpēc nav pārāk grūti secināt: ja nepieciešams summēt kapacitatīvo pretestību apgrieztos lielumus, tad, lai aprēķinātu vairāku paralēli sa-

slēgtu kondensatoru rezultējošās kapacitātes, jāsummē tieši to kapacitātes.

Var jau būt, ka visi šie paskaidrojumi par aktīvām pretestībām, induktivitātēm un kapacitātēm un tām atbilstošajām pretestībām, kuras slēdzām gan virknē, gan paralēli, radīs zināmu jucekli lasītāja galvā. Tas būtu piedodami. Nākamās sarunas sākumā Zinis centīsies visu to savest atkal kārtībā. Starp citu, iepriekšējie paskaidrojumi palīdzēs izprast tieši nākamo sarunu.

PASKAIDROJUMI PAR PIEKTO SARUNU

ELEKTRISKĀ REZONANSE

Aizsteidzoties priekšā Zinim, mēs savos komentāros izskaidrojām jēdzienu par fāzes nobīdi un parādījām, ka, plūstot caur induktivitāti, strāva atpaliek no sprieguma, bet, plūstot caur kapacitāti, tā aizsteidzas priekšā spriegumam. Bez tam, pamatojoties uz to, ka induktīvajai un kapacitatīvajai pretestībai ir pilnīgi pretējas īpašības, konstatējam, ka, saslēdzot induktīvo un kapacitatīvo pretestību virknē, tām vajadzētu vairāk vai mazāk savstarpēji kompensēties.

Aplūkosim sīkāk ķēdes pretestību (18. zīm.), kurā pie maiņsprieguma avota spailēm virknē pieslēgta spole un kondensators. Pieņemsim arī, ka maiņsprieguma frekvenci varēsīm izmainīt pēc vajadzības.

Ja pie dotās frekvences induktīvā pretestība ir mazāka par kapacitatīvo, ķēdē virsroku gūst kapacitātes efekts — strāva aizsteigsies priekšā spriegumam, bet ķēdes reaktīvā pretestība būs vienāda ar kapacitatīvās un induktīvās pretestības starpību (neievērojot aktīvo pretestību).

Sāksim pakāpeniski frekvenci paaugstināt. Kas notiks ķēdē? Frekvences paaugstināšana palielinās induktīvo pretestību, bet samazinās kapacitatīvo. Tātad iestāsies tāds moments, kad *pie noteiktas frekvences induktīvā pretestība kļūs vienāda ar kapacitatīvo pretestību*. Šie abi vienlīdzīgie lielumi savstarpēji kompensēs viens otru. Rezultātā ķēdes reaktīvā pretestība būs vienlīdzīga nullei. Fāzes nobīde arī būs nulle, t.i., strāva būs fāzē ar spriegumu. Ja reaktīvā pretestība ķēdē ir nulle, strāvai, vismaz teorētiski, jāklūst bezgalīgi lielai. Īstenībā ķēdei vienmēr piemīt zināma aktīva pretestība un tāpēc strāva nebūs bezgalīga, bet būs ierobežota (ar zināmu lielumu).

Ja frekvences paaugstināšanu turpināsim, tad induktīvā pretestība kļūs lielāka par kapacitatīvo, strāva atpaliks no sprieguma un reaktīvā pretestība atkal sāks palielināties.

Mēs redzam, ka *ir tikai viena frekvence, pie kuras ķēdes pretestība, ja arī tā neklūst vienlīdzīga nullei, tad tomēr tai ir vismazākais lielums, turpretī strāva kļūst vislielākā*. Tā ir rezonanses frekvence. Var teikt arī, ka pie šīs frekvences pastāv spriegumu rezonanse.

SVĀRSTIBIZLĀDE

Šis parādības var novērot, arī pieslēdzot spoli uzlādēta kondensatora klājumiem (19. zīm.). Kondensatoram izlādējoties caur aktīvu pretestību, strāva samazināsies līdz nullei ļoti īsā laika sprīdī. Taču, izlādējoties caur induktivitāti, novērojama t. s. *svārstībizlāde*. Induktivitāte, kā atceramies, kavē strāvai samazināties, uzturot to it kā ar pašindukcijas strāvu, kas plūst tai pašā virzienā. Šī strāva uzlādē kondensatoru no jauna, izmainot klājumiem polaritāti. Kondensators no jauna izlādējas

(turklāt strāva plūst tagad pretējā virzienā) un pašindukcijas ietekmē atkal uzlādējas utt. Maiņstrāva ķēdē cirkulē, nepatērējot enerģiju no «ārienes». Šis process nekad neizbeigtos, ja ķēdē nebūtu aktīvās pretestības, uz kuras pakāpeniski izkliedējas tā enerģija, kas sākotnēji koncentrējās uzlādētajā kondensatorā.

Tā kā enerģija pakāpeniski iztērējas, katru turpmākā svārstība ir vājāka par iepriekšējo un beidzot, kad visa enerģija ir iztērēta, svārstības izzudis. Šāds raksturs ir rimstošām (dziestošām) svārstībām (21. zīm. a), ko kādreiz izmantoja radiotelegrāfijā, kur katru svārstībizlādi radija ar dzirksteli. Šī primitīvā rimstošo svārstību metode vēlāk tika nomainīta ar nerimstošām svārstībām (21. zīm. b). Tās rada maiņstrāva, kas plūst svārstību kontūrā (tā sauc ķēdi, kas sastāv no induktivitātes spoles izvadiem pieslēgta kondensatora). Lai svārstības pakāpeniski nesamazinātos, kā tas notiek ar rimstošām svārstībām, jākompensē enerģijas zudumi, ievadot svārstību kontūrā no ārienes tik lielas enerģijas «porcijas», kādas nepieciešamas un pietiekamas, lai šīm svārstībām tiktu uzturētas vienmērīgas amplitūdas.

Enerģija jāpievada svārstību kontūra pašsvārstību frekvencē, kas, protams, atbilst rezonanses frekvencei (kad pilnā pretestība ir minimāla). Ja ārējo enerģiju svārstību kontūram pievada ar frekvenci, kas atšķirīga no rezonanses frekvences, tad tā ne tikai neveicinās svārstību uzturēšanu, bet darbosies pat preti šīm svārstībām, un galu galā kontūrā iegūsim ļoti vāju strāvu (uzspiestās svārstības).

SVĀRSTĪBU KONTŪRA PRETESTĪBA

Maiņsprieguma avotu, kas pievada svārstību kontūram iztērēto enerģiju, var ar svārstību kontūru saistīt induktīvi (22. zīm. a) vai tieši (22. zīm. b). Ja svārstību kontūrs izkliedē maz enerģijas (aktīvā pretestība ir minimāla), tad var teikt, ka kontūra rimšana ir maza. Tad arī enerģija, ko svārstību kontūrs ņems no maiņsprieguma avota, ir maza (jo tā vienlīdzīga patērētajai enerģijai, kura jākompensē). Tāpēc, *jo mazāka svārstību kontūra rimšana, jo mazāk enerģijas tas atņem ārējai ķēdei, kas to baro*. Šeit rodas gandrīz paradokšāls stāvoklis. Kamēr pašā svārstību kontūrā maiņstrāva ir maksimālā (jo lielāka strāva, jo mazāka kontūra rimšana), ārējā ķēdē (22. zīm. b izvilktā ar tievākām līnijām) strāva ir ļoti niecīga (un jo mazāka, jo mazāka svārstību kontūra rimšana). Vai arī, aplūkojot šo parādību no cita redzes viedokļa, *svārstību kontūra pretestība ir ļoti maza strāvai, kas cirkulē pašā kontūrā, bet strāvai, kas plūst ārējā ķēdē, kontūrs izrāda lielu pretestību*. Tas viss, protams, attiecas tikai uz rezonanses frekvenci.

Ja Zinis gribētu Nezinim dot iespēju labāk to saprast, viņam derētu sameklēt izdevīgu līdzību... virtuvē, pielīdzinot svārstību kontūram ar verdošu ūdeni piepildītu kastrolī. Ja kastrolis atdod maz siltuma apkārtējai telpai, tad ūdeni verdošu var uzturēt ar mazu liesmu (gadījums, kad svārstību kontūram zudumi nav lieli; tajā svārstības tiek uzturētas, pievadot nelielu papildu enerģijas daudzumu). Bet, ja kastrolis zaudē daudz siltuma, piemēram, atvēsināšanās lielas virsmas dēļ, tad, lai saglabātu ūdeni vārīšanās stāvoklī, nepieciešama liela liesma. Te saskatāma līdzība ar gadījumu, kad svārstību kontūram ir liela rimšana.

REZONANSE INDUKTIVITĀTES UN KAPACITĀTES VIRKNES UN PARALĒLAM SLĒGUMAM

Īsi sistematizēsim mūsu zināšanas par rezonansi. 18. zīmējumā redzam ar sprieguma avotu virknē slēgtu kondensatoru un spoli. Rezonances frekvences strāvai šis kontūrs uzrāda minimālu pretestību, un strāva sasniedz maksimālo lielumu (sprieguma rezonanse)¹. Kondensators un spole 22. zīmējumā *b* ieslēgti sprieguma avotam paralēli. Sai gadījumā svārstību kontūrs maiņsprieguma avotam izrāda vislielāko pretestību un laiž cauri tikai mazu strāvu, kas tomēr ir pietiekami, lai pašā svārstību kontūrā uzturētu lielu strāvu (strāvas rezonanse).

Aplūkojot pēdējo gadījumu, var saprast, ka svārstību kontūra īpašības būs citādas, ja strāvas frekvence atšķirsies no rezonances frekvences. Uzspiestās svārstības svārstību kontūrā būs vājas, bet svārstību kontūra pretestība šajās frekvencēs — niecīga.

PASKAIDROJUMI PAR SESTO SARUNU

TOMSONA FORMULA

Svārstību kontūra pašsvārstību periods, palielinot induktivitāti vai kapacitāti, kļūst lielāks. Tas ir pilnīgi loģiski, jo viss, ko uzzinājām par šiem elementiem, rāda, ka to palielināšana var tikai svārstības procesu palēnināt.

Dažas formulas, kas minētas izklāstā, dos iespēju ļoti vienkārši iegūt rezonances izteiksmi.

Rezonanse, kā redzējām, rodas, kad pie noteiktas frekvences induktīvā pretestība kļūst vienāda ar kapacitatīvo pretestību. Uzrakstīsim šo noteikumu, izmantojot mums jau zināmās induktīvās un kapacitatīvās pretestības formulas:

$$X_L = 6,28fL; X_C = \frac{1}{6,28fC}.$$

Tad mūsu vienādībai būs šāds veids:

$$X_L = X_C; 6,28fL = \frac{1}{6,28fC}.$$

Pēc šīs vienādības nav grūti aprēķināt meklējamo frekvenci *f*. Šim nolūkam pareizināsim abas vienādības puses ar *f* un izdalīsim tās ar *6,28L*. Tad pārveidojumu rezultātā iegūsim

$$f^2 = \frac{1}{6,28^2 LC}.$$

Tāfāk izvilksim no abām vienādības pusēm kvadrātsakni un iegūsim

$$f = \frac{1}{6,28\sqrt{LC}}.$$

¹ Par sprieguma rezonansi to sauc tādēļ, ka spriegums, kas mērīts uz kondensatora vai uz spoles atsevišķi, rezonansē būs maksimālais. (*Tulk. piez.*)

Tā kā periods T ir frekvencei f apgriezts lielums, varam arī rakstīt

$$T = 6,28\sqrt{LC}.$$

Tā dabūjam Tomsona formulu, ko aprēķinājām matemātiski precīzi... vai aptuveni precīzi, jo neievērojām aktīvo pretestību, kuras ietekme tomēr jūtama, sevišķi, ja tā ir relatīvi liela. Bet radiotehnikā izmantojamajos kontūros aktīvo pretestību cenšas samazināt līdz minimumam. Tāpēc tikko aprēķinātā formula ir lietojama.

Šī formula mums vēl rāda, ka, palielinot kapacitāti (vai induktivitāti) 4, 9, 16 vai 25 reizes, periods palielināsies atbilstoši tikai 2, 3, 4 vai 5 reizes (bet frekvence tikpat reīzu samazināsies).

SELEKTIVITĀTE

Rezonanses parādība radiotehnikā dod iespēju no lielā pārraižu daudzuma dažādās frekvencēs izvēlēties vēlamo raidstaciju. Radiouztvērēja selektivitāte novērš vairāku radiostaciju programmu vienlaicīgu uztveršanu.

Svārstību kontūri, kas nepieciešamā daudzumā (visizplatītākajos radiouztvērējos parasti izmanto piecus kontūrus) izvietoti radiouztvērēja elektriskās shēmas atbilstošajās vietās, laiž cauri tikai vēlāmā raidītāja frekvenci, izslēdzot visas pārējās frekvences.

Antenas ķēdē ieslēgtais svārstību kontūrs nošuntē (dod savienojumu uz zemi) visas frekvences, izņemot paša kontūra rezonanses frekvenci. Svārstību kontūrs šai rezonanses frekvences strāvai izrāda lielu pretestību, tāpēc uz tā spailēm izveidojas mainīgs spriegums, kas tālāk tiek pievadīts radiouztvērēja turpmākajiem kontūriem.

Tieši tāpat, ja svārstību kontūrs, kā tas parādīts 23. zīmējumā, saistīts ar antenu induktīvi, tikai tad rezonanses frekvences strāva inducēs tajā ievērojamu strāvu un radīs uz spailēm A un B maiņspriegumu.

KONTŪRA NOSKAŅOŠANA

Pārejot no vienas raidstacijas pie otras, jāizmaina svārstību kontūru rezonanses frekvence vai tie, kā saka, jānoskaņo dažādām frekvencēm (raidītāja frekvencei noskaņotu svārstību kontūru sauc arī par «noskaņoto kontūru»).

Kontūrus noskaņo, izmainot vienu no tā elementiem (induktivitāti vai kapacitāti). Lai pārklātu veselu diapazonu bez pārtraukumiem, t. i., pakāpeniskai, nepārtrauktai noskaņošanās izmaiņai noteiktā frekvenču joslā, ērtāk izmainīt kapacitāti. To veic ar maiņkondensatoriem, kas sastāv no nekustīgām un kustīgām plāksnītēm. Katrs kondensatora klājums sastāv no plāksnītēm. Kustīgās plāksnītes, kuras virzās pa nekustīgo plāksnīšu starpām, nostiprinātas uz vienas ass. Grozot šo asi, kustīgās plāksnītes var iebīdīt un izbīdīt no nekustīgo plāksnīšu starpām, tā izmainot darbīgās virsmas laukumu, t. i., kondensatora kapacitāti.

Lai precīzāk varētu noskaņoties, noskaņošanās poga ar kondensatora asi sajūgta ar atbilstošu mehānismu — reduktoru t. s. vernjera mehānismu (piemēram, zobratu sistēmu). Lai pagrieztu kustīgās plāksnītes darba leņķa robežās, noskaņošanās poga jāgriež vairākas reizes ap savu asi.

Kopā ar maiņkondensatora asi tiek iekustināts arī skalas rādītājs. Rādītājs virzās pa skalu, kura graduēta frekvences (vai viļņa garuma) iedaļās un uz kuras ir atzīmētas galveno radiofonijas raidītāju vietas.

Visplašāk izmantojamiem maiņkondensatoriem ir apmēram 500 pF vai mazāka kapacitāte.

Galējā stāvoklī, kad kustīgās plāksnītes tiek pilnīgi izvirzītas no nekustīgajām, starp plāksnītēm vēl paliek zināma kapacitāte. To sauc par sākuma kapacitāti. Atkarībā no kondensatora konstrukcijas sākuma kapacitāte var būt 10÷25 pF.

Tālāk redzēsīm, ka noskaņošanas var veikt, arī izmainot induktivitāti. Parasti induktivitātes izmaiņas neizveido pakāpeniskas kā maiņkondensatoram, bet lēcienveidīgas — pārslēdzot spoļu vijumu skaitu. Induktivitātes izmaiņas šādos gadījumos dod iespēju pāriet no viena radioviļņu diapazona uz otru.

PASKAIDROJUMI PAR SEPTĪTO SARUNU

RADIOLAMPAS

Līdz šim mūsu jaunie draugi ar lielu patiku tērzēja par vispārīgo elektrotehniku. Jāatzīmē, ka no lielā daudzuma dažādo radiotehnikas likumu Zinis, lai nepārslogotu Neziņa atmiņu ar materiāliem, kas tam nav nepieciešami ātrai radiotehnikas apgūšanai, prasmīgi izvēlējās tikai pašu svarīgāko.

Apguvuši elektronu lampu (radiolampu) konstrukciju, mūsu draugi «iesolo» jau pašā radio «valstībā», jo visa radiotehnika mūsdienās pamatojas uz šo lampu izmantošanu. Taču radiolampu lietošana neaprobežojas tikai ar radiouztvērēju vien: radiolampas izmanto visās zinātnes un tehnikas nozarēs, un to lietošanas apjoms ar katru dienu paplašinās. Radiolampu izmantošanas jomu apzīmē ar terminu **e l e k t r o n i k a**.

NO KĀ TAD RADIOLAMPA SASTĀV?

Vispirms no balona («kolbas») ar cokolu, kurā iepresētas lampas kājiņas. Balonu izgatavo vai nu no stikla, vai tērauda (metāla radiolampas). Balonam jābūt hermētiski noslēgtam, jo no tā izsūknēts gaiss, lai radītu pēc iespējas lielāku vakuumu, kas nepieciešams elektronu netraucētai kustībai. Ja radiolampā būtu gaiss, elektroni nepārtraukti sadurtos ar gaisa molekulām un to kustība būtu apgrūtināta. Bez tam, kas vēl svarīgāk, gaisa molekulas šādās sadursmēs tiktu jonizētas (kļūtu elektriski lādētas) un radiolampas normālais darbs traucēts.

Balonā ir vairāk vai mazāk sarežģīta elektrodu sistēma. Lai kāda tā arī būtu, elektronu plūsmas iegūšanai nepieciešami vismaz divi elektrodi: **k a t o d s** un **a n o d s**.

KATODS UN TĀ KARSĒŠANA

Katoda uzdevums ir radīt elektronu plūsmu. Sakarsējot katodu līdz augstai temperatūrai, iegūst elektronu emisiju. Ne visi ķermeņi vienādi emitē elektronus. Dažiem (piemēram, bārija un stroncija oksīdiem) šī īpašība izteiktāka. Katodu karsē ar līdzstrāvu vai maiņstrāvu, kas plūst pa vadu ar lielu pretestību — pa t. s. **k v ē l d i e g u**. Kvēldiegs līdzīgs

apgaismošanas spuldžu kvēldiegam. Katods ir niķeļa cilindrs, kura virsma noklāta ar oksīdu maisījumu; kvēldiegs iemontēts pašā cilindrā. Starp katodu un kvēldiegu ievieto temperatūras izturīgu izolācijas materiālu (vecās radiolampās — porcelāna caurulīte).

Tāda ir netiešās kvēles katodu (katodu ar sildspirālēm) konstrukcija. Sildspirāļu (kvēldiega) un elektronu emitera (speciāla katoda) funkcijas var apvienot arī kvēldiegā. Šādā kvēldiegā, to speciāli apstrādājot, ievada vielas ar augstām elektronu emisijas īpašībām. Radiolampas ar šādu katodu sauc par tiešās kvēles lampām. Visas līdz 1930. gadam ražotās radiolampas pieder šai kategorijai.

Jāpasvītro, ka kvēles strāvai ir tikai sekundāra nozīme. Tās vienīgais uzdevums ir sakarsēt katodu, lai tas spētu emitēt elektronus. Varētu šeit izmantot arī citus siltuma avotus (gāzes, benzīna un citas sildierīces), taču var izmantot katodus arī vispār bez sildīšanas. Tā, piemēram, televīzijā plaši izmantotiem fotoelementiem katods sastāv no sārnu metālu slāņa, kas izstaro elektronus, tiklīdz uz to krīt gaisma. Var būt, ka radioaktīvo vielu tālāka pētīšana dos mums katodu ar spēcīgu emisiju un katodu nevajadzēs karsēt...

DIODE

Edisona atklātajam elektronu emisijas efektam, iespējams, nebūtu tik lielas nozīmes, ja 1904. gadā anglim Flemingam neienāktu prātā doma izvietot blakus katodam citu elektrodu — anodu, t. i., metāla plāksnīti, kurai attiecībā pret katodu ir pozitīvs potenciāls. Tādā gadījumā elektronus, kurus katods emitē telpā, pievelk anods. Ja līdzsprieguma avots nepārtraukti uz anoda uztur pozitīvu potenciālu attiecībā pret katodu, tad sāk plūst strāva — tā saucamā anodstrāva. Katoda emitētie elektroni izskrien cauri lampas vakuumam, sasniedz anodu un tad pa ārējo ķēdi, kurā ieslēgts sprieguma avots, elektroni atgriežas katodā (26. zīm.). Šādu radiolampu sauc par diodi. Tā pirmo reizi ieguvām elektrisko strāvu «tirā» veidā un konstatējām, ka *elektroni tiešām virzās no negatīvā uz pozitīvo polu* (atšķirībā no nosacīti pieņemtā elektriskās strāvas virziena!).

Jāpasvītro, ka diodē elektroni var plūst tikai vienā virzienā: *no katoda uz anodu*. Ja anods attiecībā pret katodu kļūst negatīvs, elektronu plūsma izbeidzas, jo elektronus anods atgrūdis. Anods, būdams auksts, nav spējīgs elektronus emitēt, un katods tāpēc neko nepievilks. Tādējādi mūsu diode ir īsts ventilis. Nav grūti saprast, ka, anodam-katodam pievadot maiņspriegumu, iegūsim vienvirziena strāvu, kas plūdis tajos pusperiodos, kad anods kļūst pozitīvs, un izbeigsies tad, kad anods kļūst negatīvs. Šī diodes īpašība «iztaisnot» maiņstrāvu, kā redzēsim vēlāk, tiek izmantota detektēšanai un maiņstrāvas tīkla radiouztvērēju barošanai.

Diodes anodstrāva ir atkarīga no sprieguma, ko pievada starp anodu un katodu, t. i., no anodsprieguma. Tāpat kā jebkurai pretestībai (diodei gan tikai aptuveni) anodstrāva pakļaujas Oma likumam. Anodstrāva pieaug proporcionāli spriegumam, bet tikai līdz noteiktai robežai. Turpmākais sprieguma pieaugums vairs anodstrāvu nepalielina, jo visi katoda emitētie elektroni jau piedalās anodstrāvas veidošanā. Tādā gadījumā saka, ka strāva sasniegusi piesātinājumu. Praktiski piesātinājuma parādība, kā tā tikko bija aprakstīta, raksturīga tikai tiešās kvēles katodiem.

TRIODE

Divus gadus pēc diodes izgudrošanas amerikānim Li de Forestam ienāca prātā doma ievietot starp katodu un anodu trešo elektrodu — tīkliņu. Tīkliņš ir siets vai cilindriskā spirāle, kas aptver katodu. Trīselektrodu radiolampā — triodē tīkliņš izvietots elektronu ceļā, kas dod tai iespēju regulēt elektronu plūsmu. Šādā gadījumā anodstrāva atkarīga ne tikai no anodsprieguma, bet arī no tīkliņa potenciāla attiecībā pret katodu.

Jo negatīvāks tīkliņa potenciāls, jo vairāk tas bremzē elektronu plūsmu, jo vairāk elektronu tiek atgrūsti uz katodu un jo mazāk elektronu spēj izlauzt sev ceļu uz anodu. Ja tīkliņa potenciāls ir pietiekami liels, tad, neraugoties uz anoda pievilkšanu, tas neizlaidīs cauri nevienu elektronu un anodstrāva būs nulle. Samazinot tīkliņa negatīvo potenciālu, ievērosim, ka parādās anodstrāva, kas pieaug, palielinoties tīkliņa potenciālam (jo negatīva potenciāla samazināšanās faktiski ir potenciāla palielināšanās).

Triodē svarīgi tas, ka tīkliņš anodstrāvu ietekmē ievērojami stiprāk nekā anods. Mazas tīkliņa potenciāla izmaiņas ir pietiekamas, lai radītu lielas anodstrāvas izmaiņas. Ja uzturēsim tīkliņa potenciālu pastāvīgu un gribēsim sasniegt tādas pašas izmaiņas anodstrāvā, mainot tikai anodspriegumu, tad mums tas jāizmaina daudz spēcīgāk. Starp citu, tas viegli izskaidrojams ar to, ka tīkliņš atrodas tuvāk katodam nekā anods. Tieši uz to pamatojas triodes pastiprināšana.

STĀVUMS

Anodstrāvas izmaiņas, ko izraisa zināmas tīkliņa potenciāla izmaiņas, raksturo radiolampas stāvumu. Stāvumu izsaka miliampēros uz voltu (mA/V). Skaitliski stāvums rāda, par cik miliampēriem palielinās anodstrāva, palielinot (vai pamazinot) tīkliņa potenciālu par 1 V. Pašlaik izmantojamām radiolampām stāvums var būt no 1 līdz 15 mA/V.

Ja ar dI_A apzīmēsim anodstrāvas izmaiņas, bet ar dU_G — tīkliņa potenciāla izmaiņas, tad ar burtu S apzīmētais stāvums izteiksies šādi:

$$S = \frac{dI_A}{dU_G}.$$

PASTIPRINĀŠANAS KOEFICIENTS

Mēs tikko teicām, ka tāpēc, lai iegūtu anodstrāvas vienādas izmaiņas, anodspriegums jāizmaina vairāk nekā tīkliņspriegums. Šo divu spriegumu attiecību sauc par pastiprināšanas koeficientu, un to apzīmē ar burtu μ . Ja, piemēram, anodstrāvas paaugstināšanai par 1 mA, anodspriegums jāpaaugstina par 28 V vai arī tīkliņspriegums jāpaaugstina par 2 V, tad pastiprināšanas koeficients ir $28 : 2 = 14$.

Triodēm pastiprināšanas koeficients reti pārsniedz 100, bet daudzselektrodu radiolampās tas bieži sniedzas vairākos tūkstošos.

Apzīmējot anodsprieguma izmaiņas ar dU_A , pastiprināšanas koeficientam iegūsim šādu formulu:

$$\mu = \frac{dU_A}{dU_G}.$$

IEKŠĒJĀ PRETESTĪBA

Pastāv vēl viens parametrs, ko Zinis noklusēja, bet par kuru ir derīgi zināt. To sauc par radiolampas iekšējo pretestību. Atcerēsimies Oma likumu, kas nosaka, ka pretestība ir sprieguma un strāvas attiecība. Tāpēc mēs nebrīnīsimies, uzzinot, ka *radiolampas pretestība tiek definēta kā anodsprieguma izmaiņu un to izraisīto anodstrāvas izmaiņu attiecība*. Apzīmējot iekšējo pretestību ar R_I , mēs iegūsim

$$R_I = \frac{dU_A}{dI_A}.$$

Iekšējo pretestību izsaka omos. Triodēm šī pretestība svārstās robežās no dažiem tūkstošiem līdz vairākiem desmitiem tūkstošu omu. Radiolampām ar vairāk nekā trim elektrodiem iekšējā pretestība ir desmitiem un simtiem tūkstošu omu liela.

SAKARĪBA STARP S , μ UN R_I

Jāaizrāda, ka dotajai radiolampai stāvums un iekšējā pretestība zināmās robežās izmainās atkarībā no tīkliņa potenciāla; bet pastiprināšanas koeficients praktiski nav atkarīgs no sprieguma uz elektrodiem, jo to nosaka elektrodu izvietojums un izmēri.

Mēs šeit devām S , μ un R_I matemātiskās izteiksmes ne jau tādēļ, lai piebļīvētu tekstu ar formulām. Šīs izteiksmes dod iespēju izteikt ļoti vienkāršu sakarību, kas aptver visus trīs lielumus. Pareizināsim S ar R_I :

$$SR_I = \frac{dI_A}{dU_G} \cdot \frac{dU_A}{dI_A} = \frac{dU_A}{dU_G} = \mu.$$

Kā redzam, *pastiprināšanas koeficients vienlīdzīgs ar stāvumu un iekšējās pretestības reizinājumu*. Ja stāvums izteikts miliampēros uz voltu, tad iekšējā pretestība jāizsaka kiloomos (tūkstošos omu). Pretējā gadījumā iegūst nepareizu rezultātu.

Jāzina tikai divi parametri, lai izrēķinātu trešo. Tā, piemēram, ja radiolampas stāvums ir 3 mA/V, bet tās iekšējā pretestība 80 000 Ω = 80 k Ω , tad nav grūti aprēķināt pastiprināšanas koeficientu:

$$\mu = 3 \cdot 80 = 240.$$

PASKAIDROJUMI PAR ASTOTO SARUNU

RADIOLAMPAS TIKLIŅA RAKSTURLIKNES

Triodē, kā redzējām, anodstrāva atkarīga no tīkliņa un anodsprieguma. Tiesa, ne vienādā mērā. Tīkliņspriegums ir daudz efektīvāks nekā anodspriegums.

Anodstrāvas I_A atkarību no tīkliņsprieguma U_G vai anodsprieguma U_A var parādīt grafiski. Uzņemot I_A atkarību no U_G , anodspriegums U_A jā-

uztur pastāvīgs un, pakāpeniski (augošā vai dilstošā kārtībā) izmainot tīkliņsprieguma U_G lielumu, jāatzīmē atbilstošas anodstrāvas I_A vērtības.

Uz rūtiņu papīra uzzīmēsim divas savstarpēji perpendikulāras assis. Uz horizontālās ass atliksim tīkliņsprieguma vērtības, bet uz vertikālās — anodstrāvas vērtības. Punktu, kurā abas assis krustojas, uzskatīsim par nulles punktu. Negatīvās tīkliņsprieguma vērtības atliksim pa kreisi no šī punkta, bet pozitīvās — pa labi no tā (sk. 31. zīm.).

Katram U_G un I_A skaitļu pārim atbilst pret asīm vilktu divu perpendikulu krustpunkts. Tā, piemēram, ja tīkliņspriegumam — 1 V atbilst 4 mA anodstrāva, tad krustpunktu šiem lielumiem iegūsim šādi: perpendikulu pret horizontālo asi novilksim caur punktu —1 V, bet perpendikulu pret vertikālo asi — caur punktu 4 mA (pirmais perpendikuls tādā ir vertikāls, bet otrais — horizontāls). Šo perpendikulu krustpunkts tad arī ir meklētais punkts raksturlīknē.

Tādā pašā veidā noteiksim pārējos punktus un tos savienosim. Šādu līkni, kas rāda anodstrāvas atkarību no tīkliņsprieguma, sauc par radiolampas tīkliņa raksturlīkni. Tīkliņa negatīvam spriegumam samazinoties, anodstrāva pieaug, no sākuma lēni, vēlāk — pēc apakšējā izliekuma — straujāk. Šai daļā raksturlīkne ir taisne (lineārā daļa), un tās robežās anodstrāva ir proporcionāla tīkliņspriegumam. Tālāk raksturlīkne atkal izliecas, sevišķi tiešās kvēles radiolampām, kurām šeit ir spilgti izteikts piesātinājums.

RADIOLAMPAS PĀRĒJĀS RAKSTURLĪKNES

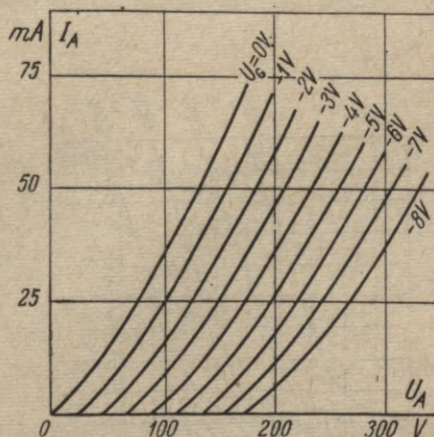
Iestādot lielāku anodspriegumu, var tādā pašā veidā uzņemt otru līkni. Šai gadījumā anodstrāvas vērtības būs lielākas un līkne izrādīsies nobīdīta pret pirmo līkni pa kreisi. Lai pilnīgāk raksturotu radiolampas darbību, jāuzņem vairākas līknes vai, kā saka, jāuzņem raksturlīkņu saime (sk. 32. zīm.). Katra no šīm līknēm atbilst noteiktai anodsprieguma vērtībai.

Jāatzīmē, ka var uzņemt arī citu raksturlīkņu saimi, ja iestāda tīkliņspriegumu U_G pastāvīgu (konstantu) un izmaina anodspriegumu U_A , atzīmējot atbilstošas anodstrāvas I_A izmaiņas. Uz horizontālās ass atliekot lielumu U_A , bet uz vertikālās — I_A , iegūsim radiolampas anoda raksturlīkni.

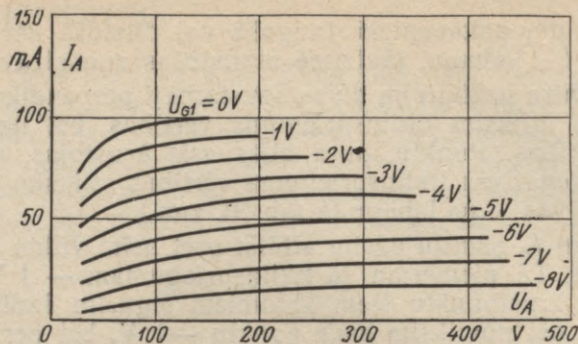
Arī šajā gadījumā var uzzīmēt raksturlīkņu saimi, kur katra raksturlīkne atsevišķi atbilst noteiktam tīkliņspriegumam (137. zīm.).

Ar vienkāršu paņēmieni, ko šeit neapskatīsim, var pāriet no vienas raksturlīkņu sistēmas pie otras.

138. zīmējumā attēlota anoda raksturlīkņu saime pentodei.



137. zīm. Triodes anodstrāvas I_A līknes atkarībā no anodsprieguma U_A . Katra līkne uzņemta pie norādītā tīkliņsprieguma U_G .



138. zīm. Tās pašas līknes, kas 137. zīmējumā, uzņemtas pentodei.

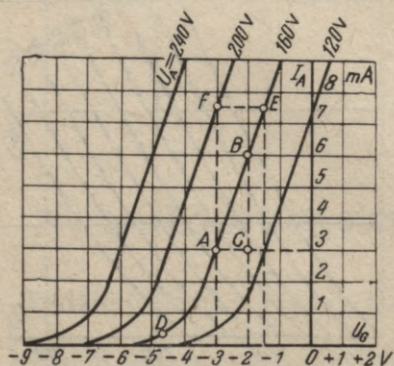
Raksturliknes dod iespēju spriest par radiolampas īpašībām. Tās rāda, kā labāk radiolampu izmantot un kā tā darbosies vienā vai otrā shēmā. Ar piemēru parādīsim, kā pēc raksturliknēm var noteikt radiolampas stāvumu, pastiprināšanas koeficientu un iekšējo pretestību.

S, μ UN R_i GRAFISKĀ NOTEIKŠANA

Stāvums rāda, kā izmainās anodstrāva, izmainot tīkliņspriegumu par 1 V. No 139. zīmējumā attēlotās raksturlikņu saimes izvēlēsimies likni, kas atbilst, piemēram, $U_A = 160$ V. Tīkliņspriegumam -3 V atbilst anodstrāva 3 mA (punkts A), bet spriegumam -2 V atbilst 6 mA anodstrāva (punkts B). Tādējādi tīkliņsprieguma pieaugums par 1 V izraisa anodstrāvas izmaiņas par 3 mA. Tāpēc raksturliknes stāvums ir 3 mA/V. Aplūkojot trīsstūri ABC, var konstatēt, ka stāvums vienāds ar malu BC un AC attiecību. Stāvums ir jo lielāks, jo stāvāka līkne. Tātad skaidrs, kāpēc lieto terminu «stāvums».

Jāatzīmē, ka raksturlikņu stāvums paliek nemainīgs visā līknes lineārās daļas rajonā, bet izliekumā tas strauji samazinās (punkts D).

Tālāk mēģināsim noteikt pastiprināšanas koeficientu. Pastiprināšanas koeficients ir anodsprieguma un tīkliņsprieguma izmaiņu attiecība, t. i., tādu izmaiņu, kuras dod vienādas anodstrāvas izmaiņas. Savienosim ar horizontālu līniju divus blakus raksturlikņu punktus E un F. Šiem punktiem atbilst viena anodstrāva. Kas notiek, ja pārejām no punkta F punktā E? Pirmām kārtām paaugstinām tīkliņspriegumu par 1,5 V (tāpēc ka tas izmainās no -3 V līdz $-1,5$ V). Anodstrāvai šai gadījumā vajadzētu pieaugt. Taču tā paliek nemainīga, jo tīkliņsprieguma izmaiņas efektu kompensē anodsprieguma samazināšanās, kas pazeminās par 40 V (jo no līknes, kas atbilst $U_A = 200$ V, pārgājām uz līkni, kas atbilst $U_A = 160$ V).



139. zīm. Anodstrāvas līknes atkarībā no tīkliņsprieguma dod iespēju noteikt radiolampas stāvumu un iekšējo pretestību.

Tādējādi anodsprieguma izmaiņa par 40 V anodstrāvu ietekmē tāpat kā tīkliņsprieguma izmaiņa par 1,5 V. Pastiprināšanas koeficients, kas ir šo divu spriegumu attiecība, tāpēc būs $40 : 1,5 = 26,7$.

Nobeigumā pacentīsimies pēc raksturlīknēm noteikt iekšējo pretestību, kas, kā jau teicām, ir anodsprieguma izmaiņu attiecība pret to radītām anodstrāvas izmaiņām pie pastāvīga tīkliņsprieguma.

Grafikā visi punkti, kas atbilst vienam un tam pašam tīkliņspriegumam, atrodas uz vertikāles. Tāpēc, ja pieņemsim, ka spriegums uz tīkliņa ir -3 V, tad tā būs vertikāle, kas ies caur horizontālās ass punktu -3 V. Palielinot anodspriegumu no 160 V (punkts A) uz 200 V (punkts F), anodspriegums izmainās par 40 V. Tas paaugstina anodstrāvu no 3 mA (punkts A) līdz 7,5 mA (punkts F), t. i., mainās par 4,5 mA vai 0,0045 A. Tātad iekšējā pretestība vienlīdzīga $40 : 0,0045 \approx 8900 \Omega$.

Mēs varam pārbaudīt sakarības $\mu = SR_I$ pareizību, pieņemot $R_I = 8,9$ k Ω . Šādā gadījumā $SR_I = 3 \cdot 8,9 = 26,7$.

Iepriekš mēs jau konstatējām, ka $\mu = 26,7$. Tas norāda, ka radiotehnikā valda precizitāte un kārtība.

RADIOLAMPAS IEEJA UN IZEJA

Lai radiolampu izmantotu kā maiņsprieguma pastiprinātāju, maiņspriegums jāpievada starp tīkliņu un katodu. Tādā veidā, izmainot tīkliņa potenciālu attiecībā pret katodu, tiek izraisītas ievērojamas anodstrāvas izmaiņas (μ reizes lielākas, nekā pievadot spriegumu starp anodu un katodu). Šīs anodstrāvas izmaiņas, kā redzēsim vēlāk, savukārt var pastiprināt ar nākamo radiolampu.

Tādējādi pastiprināmo spriegumu pievada ķēdei tīkliņš-katods, ko vienoties saukt par radiolampas ieeju, bet anodķēdi sauksim par radiolampas izeju.

Maiņspriegumi ieejā ir relatīvi niecīgi. Pirmajai radiolampai jāpastiprina ļoti mazas svārstības, ko radioviļņi inducē antenā. Spriegums šīs lampas ieejā ir apmēram dažu mikrovoltu vai desmitu mikrovoltu liels (protams, jaudīgs raidītājs, kas atrodas tuvumā, var inducēt pat dažus milivoltus lielu spriegumu). Radiouztvērēja pastiprinātāju pēdējo lampu ieejās nonāk dažu voltu vai desmitu voltu liels pastiprināts spriegums.

TIKLIŅA NOBIDE

Bez maiņsprieguma, ko pievada starp tīkliņu un katodu, tīkliņam vēl jāparedz sprieguma vidējā vērtība, t. i., starp tīkliņu un katodu ieregulēts līdzspriegums, kas pastāv arī tad, kad pastiprināmā sprieguma trūkst (piemēram, pārraides starpbrīžos). Šo spriegumu, ko sauc par tīkliņa nobīdi, var iegūt, piemēram, ar bateriju B_G , kas ieslēgta starp tīkliņu un katodu (sk. 33. zīm.). Tīkliņa nobīdes spriegums nosaka darba punktu uz radiolampas raksturlīknes. Tāpēc, ja 139. zīmējumā anodspriegums ir 160 V, bet tīkliņa nobīde 3 V, tad darba punkts atrodas punktā A. Anodstrāvas vidējā vērtība jeb «klusuma» strāva ir 3 mA.

Kad tīkliņam pievada arī maiņspriegumu, spriegums izmainās ap vidējo vērtību, novirzoties no tās kā uz lielāku, tā arī uz mazāku spriegumu pusi.

Ja ieregulēsim nobīdes spriegumu -3 V, bet maiņsprieguma amplitūda ir 2 V, tad tīkliņsprieguma momentānās jeb acumirkīgās vērtības izmainās no -5 V līdz -1 V. Vienlaicīgi attiecībā pret vidējo vērtību izmainās

arī anodstrāva. Tās galējās vērtības atbilst tīkliņspriegumam -5 V un -1 V .

Lai izvairītos no kropļojumiem, jāievēro divi noteikumi. Vispirms nepieciešams, lai anodstrāvas izmaiņas būtu proporcionālas tīkliņsprieguma izmaiņām. Šis noteikums tiek izpildīts, ja tīkliņsprieguma momentānās vērtības neiziet ārpus raksturliknes lineārās daļas robežām. Starp citu jāatzīmē, ka tieši tāpēc kropļojumus, ko rada raksturliknes izliekumi, sauc par nelineārajām kropļojumiem. Ja šo terminu izrunā ar zināmu noslēpumainību, tad tas vienmēr maģiski iedarbojas uz tiem..., kuriem nav saprotama tā jēga.

Citas briesmas mums draud punktā, kur tīkliņsprieguma momentānās vērtības kļūst vienādas ar nulli. Ja mēs no šī punkta ieiesim pozitīvo tīkliņspriegumu rajonā, tad parādīsies tīkliņstrāva. Tas notiek tāpēc, ka tīkliņš sāk pievilkt zināmu daļu elektronu, kas arī veido strāvu tīkliņķēdē. Tīkliņstrāva sāk parādīties pat pie zināma negatīva potenciāla (rajonā no $-1,5\text{ V}$ līdz -1 V atkarībā no radiolampas tipa), ko izskaidro ar katoda emitēto elektronu sākuma enerģiju. Tīkliņstrāva rada lielus kropļojumus. Šīs strāvas uzturēšanai tīkliņķēdē tiek izlietots zināms daudzums enerģijas, tāpēc šāds darbības režīms nav pieļaujams.

Tāpēc varam secināt, ka *tīkliņsprieguma momentānās vērtības nedrīkst iziet ārpus raksturliknes lineārās daļas robežām un nedrīkst ieiet pozitīvo spriegumu rajonā*. Tāpēc jāizvēlas tāda tīkliņa nobīde, lai *darba punkts atrastos raksturliknes lineārās daļas vidū pa kreisi no vertikālās ass*.

Šādā gadījumā, ja maiņsprieguma amplitūda nepārsniedz nobīdes spriegumu, tīkliņsprieguma momentānās vērtības neizies ārpus raksturliknes lineārās daļas un nenonāks pozitīvo spriegumu rajonā.

PASKAIDROJUMI PAR DEVĪTO SARUNU

MIKROFONS

Šajā sarunā Zinis aplūko radiopārraides ķēdes pirmos posmus. Viņš sāk no paša sākuma — no mikroфона un skaņas svārstībām, kas uz to iedarbojas.

Skaņas svārstības — gaisa molekulu vibrācijas, sākot ar 16 Hz frekvenci (vīszemākais tonis) līdz $16\,000\text{ Hz}$ frekvencei (visaugstākais tonis) mikroфons pārveido atbilstošās elektriskās strāvas svārstībās.

Ziņa aprakstītais oglekļa mikroфons darbojas pēc pretestības izmaiņšanās principa. Tas ir ļoti jutīgs pat pret relatīvi vājām skaņām, bet tam ir daži trūkumi, kas traucē labu atskaņošanu. Ir arī citu sistēmu mikroфoni, kas ir daudz pilnīgāki, bet toties mazāk jutīgi. Taču tam nav lielas nozīmes, jo ar radiolampām vājās mikroфона strāvas vienmēr var pastiprināt. Daudz kvalitatīvāki ir t. s. elektrodinamiskie mikroфoni, kuros viegla spolīte svārstās gaisa vibrāciju ietekmē magnēta magnētiskajā laukā; mēs zinām, ka šādos apstākļos spolītē inducējas strāvas.

MODULĀCIJA

Mikroфона strāvām, kas faktiski ir skaņas viļņu elektriskās kopijas, ir pārāk zema frekvence, lai tās radītu elektromagnētiskos viļņus. Lai zemfrekvences strāvu pārraidītu telpā, kas atdala raidantenu no uztverošās antenas, tā «jāuzsēdina» uz augstfrekvences (t. s. nesējfrekvences) strāvas, kas spēj radīt radioviļņus.

Kā šo procesu veic? Vai arī, lietojot tehnisko terminoloģiju, kādā veidā veic augstfrekvences modulāciju ar zemfrekvenci? Tirā veidā, bez modulācijas, augstfrekvences strāvai ir parasta maiņstrāvas forma, kas mums jau pietiekami labi zināma (sk. 38. zīm. *a*). Modulācijas rezultātā augstfrekvences strāvas atsevišķo amplitūdu rindas pareizā kārtība tiek izjaukta. Šīs amplitūdas palielinās vai samazinās atbilstoši zemfrekvences strāvas formai (38. zīm. *b*). Ja atsevišķo pusperiodu galotnes savstarpēji savieno, iegūst likni (38. zīmējumā *c* attēlota ar pārtrauktu līniju), kurai ir mikroфона strāvas forma.

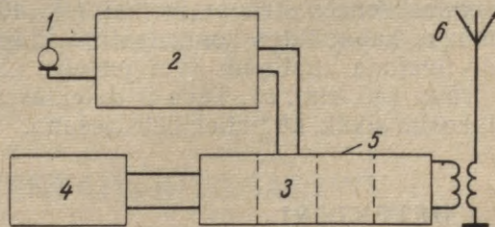
Šajā augstfrekvences amplitūdu nevienmērībā «slēpjas» zemfrekvence. Tādējādi modulācija ir īpatnēja augstfrekvences strāvas veidošana.

Šādu modulācijas sistēmu sauc par amplitūdas modulāciju, jo tieši augstfrekvences svārstību amplitūda izmainās zemfrekvences ritmā. Ar zemfrekvenci var iedarboties arī uz citu augstfrekvences strāvas parametru — uz tās frekvenci. Frekvences modulācijas sistēmā (tā šo metodi sauc) augstfrekvences strāvas amplitūda paliek nemainīga, bet izmainās frekvence. Šīs izmaiņas (vairāk vai mazāk no frekvences vidējās vērtības) ir proporcionālas modulējošās zemfrekvences strāvas momentānām vērtībām. Tālāk aplūkosim frekvences modulācijas metodi, ko izmanto ultraīso viļņu radiofonijā.

RAIDĪTĀJS

Augstfrekvences strāvu (nemodulētu) ģenerē radiolampa, kas ietilpst generatora (oscilatora) blokā. Radiouztvērēja vietējais oscilators (heterodīns) ir tieši šāda ierīce, un Zinis rīkojās pareizi, analizēdams tā darbību. Neatgriezoties pie nerimstošu svārstību ģenerēšanas procesa dažādo stadiju detaļām, atgādināsim tikai, ka oscilatora galvenā sastāvdaļa ir svārstību kontūrs starp radiolampas tīkliņu un katodu, kas induktīvi saistīts ar spoli oscilatora anodķēdē. Svārstību kontūra kondensatora secīgā uzlādēšanās un izlādēšanās rada augstfrekvences strāvu, kura būtu norimusi jau pēc dažiem periodiem (kā tas parādīts 21. zīm. *a*), ja atbilstošos momentos spole anodķēdē caur induktīvo saiti nepievadītu svārstību kontūram enerģiju, kas nepieciešama zudumu aizpildīšanai. Tā, nepārtraukti enerģijai atjaunojoties, ierosinātās svārstības tiek uzturētas nemainīgā amplitūdā un frekvencē, ko nosaka svārstību kontūra parametri.

Galū galā oscilatora svārstības uztur anodstrāvas enerģija. Raidītājā (140. zīm.) relatīvi vājas pirmsģeneratora svārstības, iekams tās padod raidantenā, tiek pastiprinātas jaudīgā augstfrekvences pastiprinātājā. Vienu no šī pastiprinātāja pakāpēm izmanto manipulācijām ar telegrāfa atslēgu, ar ko pārtrauc ķēdi, darbojoties radiotelegrāfijas režīmā, vai arī modulācijai ar mikroфона strāvām, darbojoties radiotelefonijas režīmā. Mikroфона strāva ir pārāk vāja, lai ar to varētu augstfrekvences strāvu modulēt tieši. Tāpēc, pirms pievada modulatoram, to pastiprina. 37. zīmējumā parādītā radiotelefonijas raidītāja shēma ļoti vienkāršota. Tā dota tikai darbības principa paskaidrošanai.

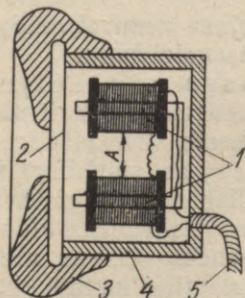


140. zīm. Radiotelefonijas raidītāja blokshēma.
1 — mikroфons; 2 — mikroфона pastiprinājums;
3 — modulators; 4 — ierosmes ģenerators (pirmsģenerators); 5 — augstfrekvences pastiprinātājs;
6 — raidantena.

PASKAIDROJUMI PAR DESMITO SARUNU

TELEFONA AUSTIŅAS

Ja radiotelefonijas ķēdes sākumā ir mikrofons, tad pēdējais šīs ķēdes elements ir telefona austiņas. Tieši tās (vai to tuvākais un jaudīgākais «radnieks» — skaļrunis) izpilda mikrofonam pretējas funkcijas: pārveido zemfrekvences strāvas skaņas viļņos.



141. zīm. Telefona austiņu uzbūve.

1 — elektromagnēts; 2 — membrāna; 3 — klausule; 4 — korpusis; 5 — pievadi.

Telefona austiņas sastāv no elektromagnēta ar magnetizētas dzelzs serdeni, kas novietots aiz plānas, elastīgas tērauda membrānas (141. zīm.). Tas viss izvietots metāla vai plastmasas korpusā. Zemfrekvences maiņstrāvas, plūstot pa elektromagnēta tinumiem, pamīšus gan palielina, gan samazina serdeņa magnetizāciju, kas savukārt spēcīgāk vai vājāk pievelk membrānu. Membrāna vairāk vai mazāk izliecas strāvas izmaiņas ritmā. Radušās vibrācijas iekustina apkārtējo gaisu un izplatās kā skaņu viļņi. Ja strāva garajā pārveidojumu ceļā starp raidītāja mikrofonu un uztvērēja telefona austiņām netiek izkropļota, tad austiņās reproducētā skaņa precīzi atbilst tai skaņai, kas nokļuvusi mikrofonā.

DETEKTĒŠANA

Telefona austiņās jāplūst zemfrekvences strāvai. Ir pilnīgi velti mēģināt telefona austiņas barot ar modulētu augstfrekvences strāvu. Membrāna, kurai ir ļoti liela inerce, nesāktu vibrēt tik augstā frekvencē. Un, kaut arī tas būtu iespējams, reproducētai «skaņai» būtu tik augsta frekvence, ko cilvēka auss nevarētu uztvert. Bez tam augstfrekvences strāva neplūdis caur telefona austiņu tinumiem, jo tiem ir pārāk liela induktīva pretestība. Šo triju iemeslu dēļ, no kuriem pietiekams tikai viens atsevišķi, rodas nepieciešamība veikt operāciju, kas būtu atgriezeniska modulācijai, — no modulētās augstfrekvences strāvas jāizdala tās zemfrekvences komponente (apliecēja). Šo operāciju sauc par detektēšanu (dažreiz to dēvē arī par demodulāciju).

Modulētās augstfrekvences strāvas zemfrekvences komponentes izdalīšanai šī strāva jāiztaisno, t. i., jānomāc (jānogriež) visi vienas polaritātes pusperiodi. Tādējādi iegūst vienvirziena strāvas impulsus, kuri cits citam seko augstfrekvences ritmā un kuru amplitūda izmainās atbilstoši zemfrekvences strāvas formai (sk. 40. zīm. *b*). Šos impulsus uzkrājot uz mazas kapacitātes kondensatora klājumiem un šo kondensatoru izlādējot ar telefona austiņām (vai jebkuru citu pretestību), iegūst zemfrekvences strāvu (40. zīm. *c*). Tāds ir detektēšanas process vispārīgos vilcienos. Aplūkosim sīkāk, kā notiek detektēšana.

DETEKTORI

Strāvu iztaisno ar vadītāju, kam ir vienvirziena vadāmība. Šādam vadītājam ir relatīvi neliela pretestība, strāvai plūstot vienā virzienā, un ievērojami lielāka pretestība (vai pat bezgalīgi liela), ja strāva plūst pretējā virzienā. Diodi-radiolampu var uzskatīt par detektoru ar bezgalīgi

lielu pretestību «aizliegtā virzienā», tāpēc ka elektroni nevar plūst virzienā no anoda uz katodu. Detektori ar t. s. nepastāvīgo kontaktu, no kuriem agrāk bija visplašāk pazīstams galenīta detektors ar punkta kontaktu, vienā virzienā laiž cauri daudz lielāku strāvu nekā otrā.

Zinim bija taisnība, apgalvojot, ka jebkura asimetrija (fizikāla, ķīmiska vai ģeometriskā) starp diviem ķermeņiem, kas saskaras viens ar otru, nosaka abos virzienos nevienādu vadāmību. Bet, tā kā ideālas simetrijas nekad nemēdz būt, tad var apgalvot, ka visi neideālie kontakti lielākā vai mazākā mērā spējīgi detektēt. Tā parasti ir ļoti nevēlama parādība. Tāpēc saprotams, cik nevēlami ir slikti kontakti, kā arī nepieciešamība radiouztvērēju montāžā izmantot lodētus kontaktus.

Nepastāvīgā kontakta kristāliskajam detektoram salīdzinājumā ar diodi-radiolampu ir tā priekšrocība, ka tam nav vajadzīga kvēles strāva, taču trūkums ir tas, ka detektēt var tikai ļoti vājas strāvas. Patlaban kristālisko detektoru izmanto tikai bezlampu radiouztvērējos, kuros pastiprināšana vispār nenotiek. Ļoti vājā antenas strāva pēc detektēšanas tiek pievadīta tieši telefona austiņām. Šādi radiouztvērēji ir derīgi tikai vietējo pārraižu uztveršanai.

Bet vai tad nav brīnums, ka šāds radiouztvērējs ar niecīgu enerģiju, kas inducējas antenā, spēj iekustināt telefona austiņu membrānu? ...

Kondensatoram, kas uzkrāj iztaisnotās strāvas vienvirziena impulsus, jābūt ar pietiekami mazu kapacitāti, lai tas zemfrekvences strāvai izradītu lielu pretestību, jo citādi strāva caur kondensatoru īsi slēgtos. Parasti izmanto kondensatoru ar kapacitāti līdz 2000 pF.

Piebildīsim, ka mūsdienu radiolampu uztvērējos bieži izmanto pusvadītāju detektorus (germānija vai silīcija), kuri nav sliktāki par radiolampām-diodēm un kuriem nav vajadzīga kvēle.

ANODA DETEKTĒŠANA

Ar triodi var vienlaicīgi detektēt un pastiprināt modulēto strāvu. Šim nolūkam detektējamais spriegums tiek pievadīts starp radiolampas tīkliņu un katodu. Negatīvajam nobīdes spriegumam tādā gadījumā jābūt lielākam, nekā izmantojot radiolampu pastiprinātāja režīmā, jo nepieciešams, lai darba punkts atrastos raksturliknes apakšējā izliekuma tuvumā. Šādos apstākļos augstfrekvences sprieguma negatīvie pusperiodi anodstrāvu samazinās mazāk, toties pozitīvie pusperiodi ievērojami palielinās anodstrāvu. Anodstrāvai tādā gadījumā ir augstfrekvences vienvirziena impulsu sērijas forma ar mainīgu amplitūdu.

Anodķēdē ieslēgtais kondensators uzlādējas ar šiem impulsiem, un telefona austiņas (vai jebkurā citā slodzē) izveidojas zemfrekvences strāva, t. i., notiek detektēšana, izmantojot tīkliņa raksturliknes apakšējo izliekumu, ko sauc par *a n o d a d e t e k t ē š a n u*. Principā šeit noris nevienmērīga modulēto augstfrekvences impulsu pozitīvo un negatīvo pusperiodu pastiprināšana.

PASKAIDROJUMI PAR VIENPADSMITO SARUNU

AUGSTFREKVENCES UN ZEMFREKVENCES PASTIPRINĀŠANA

Gandrīz visos radiouztvērējos signālus pastiprina gan pirms, gan arī pēc detektēšanas. Augstfrekvence vispirms jāpastiprina tāpēc, lai detektoram pievadītais spriegums būtu tik liels, ka tiktu nodrošināta normāla

detektēšana. Jāatzīmē, ka katram detektoru veidam ir savs «jutības sliekšnis», ko nosaka zemākais sprieguma līmenis, kādu tas vēl var apmierinoši detektēt. Tādējādi, ja kaut kāda iemesla dēļ (liels attālums vai raidītāja neliela jauda) detektoram pievadītais spriegums ir mazāks par sliekšņa spriegumu, detektēšana būs neapmierinoša vai tās vispār nebūs.

Tāpat augstfrekvences pastiprināšana dod iespēju uztvert mazjaudīgus vai pat ļoti tālus raidītājus; tādējādi tā paaugstina radiouztvērēju jutību. Bez tam saites ķēdes starp augstfrekvences pastiprinātāja pakāpēm izvēlas tādas, lai palielinātos radiouztvērēja selektivitāte.

Parasti nodetektētais spriegums ir pārāk mazs, lai to jau varētu pievadīt tieši skaļrunim. Tā kā skaļrunim jāpievada relatīvi liela enerģija, pēc detektēšanas nepieciešama zemfrekvences pastiprināšana.

Pievadot radiolampas ieejai (starp tīkliņu un katodu) pastiprināmo spriegumu, iegūst mainīgu anodstrāvu. Ja nepieciešama vēl viena pastiprināšanas pakāpe, tad vispirms šī maiņstrāva jāpārveido maiņspriegumā.

TRANSFORMATORS

So pārveidošanas operāciju var veikt ar dažādiem paņēmieniem. Visbiežāk izmanto transformatoru. Atgādināsim, ka transformators sastāv no diviem induktīvi saistītiem tinumiem. Pievadot maiņspriegumu vienam tinumam, ko saucim par primāro, otrā tinumā, ko sauc par sekundāro, parādīsies tās pašas formas spriegums. Ja abos tinumos vijumu skaits ir vienāds, tad sekundārajā tinumā inducētais spriegums ir vienlīdzīgs spriegumam, kas pievadīts primārajam tinumam. Bet, ja sekundārajā tinumā vijumu skaits ir divreiz lielāks nekā primārajā tinumā, tad to var uzskatīt kā sastāvošu no diviem virknē slēgtiem tinumiem, kur katrā tinumā vijumu skaits ir tāds pats kā primārajā tinumā. Šai gadījumā uz katru tinumu sprieguma kritums būs tāds pats kā uz primāro tinumu, bet, saslēdzot virknē, abi sprieguma kritumi summēsies.

Vispār sekundārā un primārā tinuma spriegumu attiecība ir vienlīdzīga vijumu skaita attiecībai šajos tinumos. Ja sekundārajā tinumā vijumu ir vairāk nekā primārajā, transformatoru sauc par paaugstinošu; ja šī attiecība ir pretēja, tad transformatoru sauc par pazeminošu. Sekundārā tinuma vijumu skaita attiecību pret primārā tinuma vijumu skaitu sauc par transformācijas koeficientu. Paaugstinošiem transformatoriem šis koeficients ir lielāks, bet pazeminošiem — mazāks par vienu.

Tā kā tērauda serdeņiem ir liela magnētiskā caurlaidība, tos izmanto zemfrekvences transformatoros. Lai serdenī neparādītos inducētas strāvas (t. s. Fuko jeb virpuļstrāvas), kas rada ievērojamus enerģijas zudumus, serdeni saliek no plānām, izolētām skārda plāksnītēm.

Augstfrekvences transformatoriem arī var būt magnētiskie serdeņi, bet šai gadījumā nepietiek sastādīt serdeni no plānām skārda plāksnītēm, jo tas nenovērsīs virpuļstrāvu enerģijas zudumus. Augstfrekvences spoļu serdeņus tāpēc izgatavo no dzelzs pulvera, kurā katrs mikroskopiskais graudiņš ar dielektriķi izolēts no blakus graudiņiem.¹

Un, beidzot, ļoti augstās un supraugstās frekvencēs no serdeņiem jāatsakās pavisam. Tā, piemēram, ultraīso viļņu transformatoriem nav nekādu serdeņu, un tos bieži izgatavo no resnāka vada, neizmantojot no dielektriķa izveidotos spoļu ķermeņus. To dara tāpēc, ka augstfrekvences elektriskais lauks arī dielektriķos rada zudumus.

¹ Tie ir magnetīta alsifera un karbonildzelzs serdeņi. Pēdējos gados plašu pielietojumu radiotehnikā guvuši ferīta serdeņi. (*Tulk. piez.*)

INDUKTĪVĀ (TRANSFORMATORA) SAITE

Transformatorus kā saites elementus starp divām radiolampām ieslēdz šādā veidā: primāro tinumu — pirmās radiolampas izejā (starp anodu un anodsprieguma avota pozitīvo polu), sekundāro tinumu — otrās radiolampas ieejā (starp tīkliņu un katodu). Tādējādi anodstrāvas izmaiņas, kas norisēs primārajā tinumā, sekundārajā tinumā pārveidosies kā maiņspriegums, ko pievada nākamās radiolampas ieejai.

AUTOMĀTISKĀ NOBĪDE

Uztvērēja radiolampu anodu barošanu veic ar vienu kopēju anodsprieguma avotu. Taču negatīvajai radiolampu tīkliņu nobīdei izmanto sprieguma kritumu, ko rada katras lampas anodstrāva uz pretestības, kas ieslēgta starp katodu un anodsprieguma avota negatīvo polu.

Par sprieguma kritumu sauc spriegumu, ko veido uz pretestības galiem pretestībai caurplūstošā strāva. Pēc Oma likuma sprieguma kritums ir vienāds ar strāvas (ampēros) un pretestības (omos) reizinājumu: $U=IR$. Tādējādi, ja starp katodu un anodsprieguma avota negatīvo polu ieslēgta $2000\ \Omega$ pretestība, tad $0,003\text{ A}$ anodstrāvas radītais sprieguma kritums ir $0,003 \cdot 2000 = 6\text{ V}$.

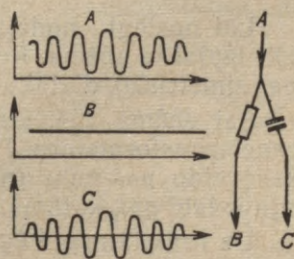
Atbilstoši strāvas virzienam pretestības izvads, kas pievienots anodsprieguma negatīvajam polam, attiecībā pret katodu kļūst negatīvs. Pie šī punkta jāpievieno tīkliņķēde, lai tīkliņa potenciāls būtu attiecībā pret katodu negatīvs (50. zīm.).

Taču tūlīt rodas grūtības. Nobīdei jābūt noteiktai un pēc iespējas nemainīgai, turpretī sprieguma kritumu veidojošā anodstrāva ir mainīga, vismaz tad, ja radiolampas ieejā pievada mainīgu spriegumu. Šādos apstākļos sprieguma kritums, ko izmanto tīkliņa nobīdei, arī kļūst mainīgs lielums. Kā lai to novērš?

KOMPONENTU SADALIŠANA

Apskatot uzmanīgāk anodstrāvas formu, ievērosim, ka tā, būdama vienā polaritātē (tāpēc ka radiolampā elektroni var pārvietoties tikai vienā virzienā — no katoda uz anodu), mainās pēc lieluma atbilstoši tīkliņsprieguma izmaiņām. Ar matemātiskām metodēm var pierādīt, ka aplūkojamā anodstrāva sastāv no divām komponentēm: no līdzstrāvas (t. s. «klusuma» strāvas, kas atbilst tādām stāvoklim, kad uz tīkliņa maiņsprieguma nav) un maiņstrāvas, kas izveidojas tad, kad tīkliņspriegums sāk mainīties. Anodstrāvas mainīgā komponente izmaina anodstrāvas lielumu attiecībā pret līdzstrāvas (nemainīgo) komponenti, ar to summējoties pozitīvos pusperiodos un atskaitoties no tās negatīvos pusperiodos.

Uzskatot anodstrāvu par šādu divu līdzstrāvas un mainīgās komponentes summu, mēs varēsim pārvarēt tās grūtības, kas izpaudās iepriekš, iegūstot nobīdes spriegumu. Patiešām, lai šī nobīde būtu nemainīga (konstanta), jāizmanto sprieguma kritums, ko rada tikai anodstrāvas nemainīgā (līdzstrāvas) komponente.



142. zīm. Pulsējošu anodstrāvu A var uzskatīt kā divu komponentu summu: pastāvīgās jeb līdzstrāvas B un mainīgās jeb maiņstrāvas C komponentes. Pa labi attēlota komponentu sadales shēma.

Taču anodstrāvas mainīgajai komponentei neļausim caurplūst cauri nobīdes pretestībai un novadisim to cauri kondensatoram. Ja šim kondensatoram ir pietiekama kapacitāte, tad mainīgajai komponentei tas izrādīs daudz mazāku pretestību, turpretī ceļš caur pretestību būs daudz grūtāks un tāpēc jāuzskata, ka . . . uzdevums paveikts (142. zīm.).

Sāda pastāvīgās un mainīgās komponentes sadalīšana radiotehnikā tiek lietota ļoti bieži. Pats par sevi saprotams, ka kondensatora kapacitātei jābūt jo lielākai, jo zemāka frekvence, lai kapacitīvā pretestība mainīgajai komponentei nebūtu liela. Bez tam, jo mazāka nobīdes pretestība, jo lielākai jābūt kapacitātei, lai mainīgā komponente «tiktu ieinteresēta» spiesties cauri kondensatoram. Tā vismaz izteiktos Zinis.

ZEMFREKVENCES UN AUGSTFREKVENCES TRANSFORMATORI

Bet tagad atgriezīsimies atkal pie transformatora. Zemfrekvences transformatoram katrā tinumā vijumu skaits ir liels (daži tūkstoši). Starp vijumiem, tāpat kā starp tinumiem, izveidojas kapacitātes. Transformatorā rodas zudumi, ko izraisa virpuļstrāvas un citi cēloņi. Rezultātā ne visas frekvences tiek caurvadītas vienlīdz efektīvi un transformators rada kropļojumus. Lai šie kropļojumi būtu niecīgi, nepieciešams ļoti kvalitatīvs transformators. Ideālā gadījumā visas frekvences jālaiž cauri vienādā mērā. Bet tas ir tikai ideāls . . .

Sāda prasība, kas ir ideāla zemfrekvences transformatoriem, būtu nepieļaujama augstfrekvences transformatoriem, kuriem, tieši otrādi, cenšas caurlaist tikai vienu frekvenci¹ (uztveramā raidītāja frekvenci) un neizlaist cauri citas. Tādējādi augstfrekvences transformatoriem jābūt selektīviem. Šim nolūkam ar mainīkondensatoru (ar pieskaņošanas kondensatoru t. s. trimmeru vai pat parasto «nemainīgo» kondensatoru, jo pieskaņošanu var veikt arī ar transformatora serdeni. — *Tulk. piez.*) noskaņo vienu vai pat abus transformatora tinumus.

PRETTAKTS SHĒMA

Lai noslēgtu nodaļu par transformatoru pastiprinātājiem, vēl jāiztirzā ļoti izplatīta shēma. Runa ir par prettakts shēmu (dažreiz to dēvē arī par simetrisko, divtakts jeb puš-pula pakāpi).

Šai shēmā (54. zīm.) signāls no radiolampas RL_1 izejas vienlaicīgi caur transformatoru Tr_1 tiek pievadīts divām radiolampām RL_2 un RL_3 , kas veido puš-pula (prettakts) pakāpi. Zīmējumā pilnīgā shēmas simetrija ir labi pārskatāma. Šo shēmu analizēsīm sīkāk.

Uz radiolampu RL_2 un RL_3 tīkliņiem ik mirkli iedarbojas pretējas polaritātes tīkliņspriegums. Patiešām, ja kāda pusperioda laikā elektroni transformatora Tr_2 sekundārajā tinumā pārvietojas no augšas uz leju, tad radiolampas RL_2 tīkliņš kļūst mazāk negatīvs, bet RL_3 tīkliņš — negatīvāks.

¹ Pareizāk būtu teikt vienu nesējfrekvenci ar tās sānu joslām, jo modulācijas dēļ raidītājs frekvenču skalā aizņem nevis vienu frekvenci vien, bet gan zināmu frekvenču joslu — t. s. frekvenču kanālu. (*Tulk. piez.*)

Nākamajā pusperiodā potenciālu sadalījums ir tieši pretējs. Tādējādi, kad radiolampas RL_2 anodstrāva pieaug, RL_3 anodstrāva samazinās. Abas lampas darbojas pretējās polaritātēs divās taktīs, ar ko arī izskaidrojams nosaukums «prettakts».

Lai izmantotu pretējās polaritātes anodstrāvas, lieto otru transformatoru Tr_2 , kam izvadīts viduspunkts primārajā tinumā. Tādējādi katras lampas strāva plūst tikai pa primārā tinuma pusi. Abas šīs strāvas plūst pretējos virzienos, bet, tā kā šīm strāvām ir pretēja polaritāte, tad galu galā to radītie magnētiskie lauki ir vienādi un tie summējas. Tādējādi abu anodstrāvu mainīgās komponentes sekundārā tinumā kopīgi inducē strāvu, kas ievibrē skaļruni Sk .

Ja abu radiolampu anodstrāvu mainīgās komponentes ir vienādas, tad līdzstrāvas komponentes, kuras ir vienādas, plūdis pretējos virzienos, radīs pretēji vērstus magnētiskos laukus, kas savstarpēji kompensēsies. Ar to izskaidrojama viena no prettakts shēmas priekšrocībām. Transformatora serdenī tātad nav pastāvīga magnētiskā lauka, un tā magnetizāciju noteiks tikai mainīgās komponentes. Serdeņa magnētiskās ķēdes vadāmība, kas samazinājās, priekšmagnetizācijas (pastāvīgās magnetizācijas) laukam palielinoties, tagad, izrādās, ir ievērojami lielāka nekā gadījumā, ja ir anodstrāvas pastāvīgās komponentes radītais pastāvīgais magnētiskais lauks.

Šai priekšrocībai var vēl pieskaitīt citas. Tā, piemēram, abām radiolampām darbojoties pretējās polaritātēs, tiek kompensēti daži kropļojumu veidi, kuri rodas lampu raksturliķņu izliekumu dēļ (nelineārie kropļojumi).

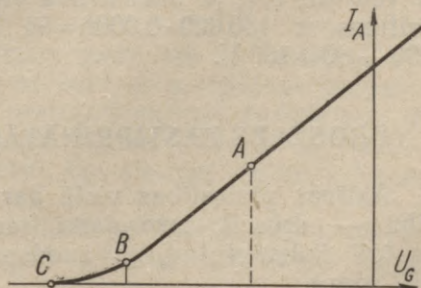
PASKAIDROJUMI PAR DIVPADSMITO SARUNU

DAŽĀDI PASTIPRINĀŠANAS REŽIMI

Prettakts shēmā darba punktu var izvēlēties radiolampas raksturliķnes apakšējā izliekumā. Tādā gadījumā lampas tīkliņam pievadītajam nobīdes spriegumam jābūt ievērojami lielākam nekā pastiprinošo radiolampu darbības režīmos, ko aplūkojam iepriekš. Šādi izvēlēta režīmā tikai tīkliņsprieguma pozitīvie pusperiodi radīs ievērojamas anodstrāvas izmaiņas. Abas shēmas lampas darbosies pārmaiņus, taču izejas transformatorā sākotnējās pastiprināmās svārstības tiks visā pilnībā «rekonstruētas», jo katrs pusperiods būs tam cauri izgājis vajadzīgajā virzienā.

Šāda radiolampu darbības metode, ko sauc par *B klases režīmu*, dod iespēju tīkliņam pievadīt daudz lielākas amplitūdas ieejas spriegumus (apmēram divas reizes), nekā radiolampai darbojoties parastajā darbības režīmā t. s. *A klasē*. Prettakts shēmā, kad lampas darbojas *B klasē*, tās tiek izmantotas daudz efektīvāk un var gūt lielāku izejas jaudu nekā *A klasē*.

Pats par sevi saprotams, ka prettakts shēmā par darba punktu var izvēlēties jebkuru starppunktu, kas at-



143. zīm. Radiolampu darba punkti dažādos režīmos.

A — A klase; B — B klase;
C — C klase.

bilstu A un B klases vidusstāvoklim. Šādā gadījumā saka, ka radiolampas darbojas A_1 vai AB klases režimos (143. zīm.).

Zināšanai piebūrdīsim vēl, ka pastāv arī C klase, kurā darba punkts atrodas pa kreisi aiz raksturliknes apakšējā izliekuma, t. i., kad tikai tīkliņsprieguma pozitīvo pusperiodu virsotnes var radīt anodstrāvu. C klasi izmanto raidītājos un mēriekārtās.

PRETESTIBAS-KONDENSATORA (RC) SAITE

Šīs saites princips ir visai vienkāršs: starp pirmās pakāpes anodķēdi un otrās pakāpes tīkliņķēdi tiek ieslēgts pārejas kondensators. Kā zināms, anodstrāva slodzes (anoda) pretestībā rada sprieguma kritumu, kas sastāv arī no mainīgās komponentes. Šo komponenti (pastiprināmo signālu) uz nākamās radiolampas tīkliņu novada caur kondensatoru, kura kapacitāte ir pareizi izvēlēta. Saprotams, ka šim tīkliņam pievada arī vajadzīgo nobīdes spriegumu, kas nosaka darba punkta atrašanās vietu. To veic ar tīkliņa pretestību (t. s. grīdliku¹), kas pievienota anodsprieguma negatīvajam polam (56. zīm.).

Saites kondensatora kapacitāte starp pirmās radiolampas anodu un otrās lampas tīkliņu jāizvēlas tāda, lai nodrošinātu netraucētu mainīga sprieguma pievadīšanu tīkliņam. Augstfrekvences pastiprinātāja pakāpēs šī kapacitāte var būt tikai 500 pF, turpretī zemfrekvences pastiprinātājos jāizmanto apmēram 10 000 pF (0,01 μF) kondensatori.

Tīkliņa pretestība ir aptuveni simtiem tūkstošu omu liela; visbiežāk izmantojamais lielums — 0,5 MΩ.

PRETESTĪBU PASTIPRINĀTĀJS

Visvienkāršākā anodslodze ir aktīvā pretestība R (55. zīm.). Modernos radiouztvērējos šādu slodzi visbiežāk izmanto zemfrekvences pastiprinātājā. Augstfrekvencē šādu pastiprināšanas metodi neizmanto, kaut vai tāpēc, ka tā nenodrošina selektivitāti. Zemajās frekvencēs šī metode, izrādās, ir ļoti ekonomiska, kā arī nodrošina gandrīz vienmērīgu visu skaņas frekvenču pastiprinājumu.

Anodpretestības (anodslodzes) R izvēle atkarīga no dažādiem faktoriem, starp citu, arī no radiolampas iekšējās pretestības. Atkarībā no izmantojamās radiolampas tipa tā var svārstīties no dažiem desmitiem līdz simtiem tūkstošu omu.

Nevajag aizmirst, ka anodstrāvas pastāvīgā komponente uz šīs pretestības, radot sprieguma kritumu, samazina faktisko spriegumu starp anodu un katodu. Tā, piemēram, ja anodsprieguma avots dod 250 V, anodslodze ir 150 kΩ, bet, ja anodstrāva vidēji ir 0,6 mA (0,0006A), tad sprieguma kritums ir $150\,000 \cdot 0,0006 = 90$ V. Tāpēc starp anodu un katodu būs $250 - 90 = 160$ V.

DROSELES PASTIPRINĀTĀJS

Aktīvās pretestības vietā par anodslodzi izmantojot induktīvo pretestību — droseļi, ievērojami samazināsies līdzsprieguma kritums. Tas ir ļoti izdevīgi tad, ja anodsprieguma avotam nav augsts spriegums (57. zīm.).

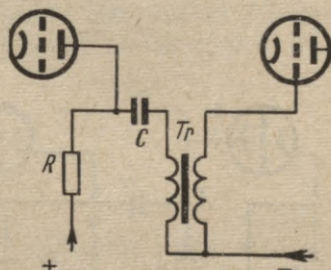
¹ No angļu *grid* — tīkliņš un *leak* — noplūde. Tātad grīdliks ir tīkliņa pretestība, pa kuru «noplūst» elektroni. (Tulk. piez.)

Taču salīdzinājumā ar pretestību pastiprinātāju droseles pastiprinātājam ir nopietns trūkums. Tas izceļ augstās skaņu frekvences vairāk nekā zemās. Induktīvā pretestība ir proporcionāla frekvencei, tāpēc arī augstākās frekvences svārstības rada uz tās lielākus spriegumus. Rezultātā tiek pastiprinātas lielāko tiesu augstās skaņu frekvences. Praktiski pareizi konstruētā pastiprinātājā norādīto trūkumu var stipri vājināt (piemēram, paralēli droselei slēdzot pretestību), tāpēc nevar uzskatīt, ka šāda pastiprināšanas metode izceļas ar nepieļaujamiem kropļojumiem un tādēļ no tās jāatsakās.

CITAS PASTIPRINĀTĀJU SHĒMAS

Droseles pastiprinātājus augstajās frekvencēs parasti izmanto ļoti reti, jo arī tie neuzlabo selektivitāti. Tāpēc šai frekvenču rajonā induktīvo pretestību aizvieto ar noskaņotu svārstību kontūru, kas rezonansē uzrāda specifisku pretestību. Šāda augstfrekvences pastiprinātāja pakāpes shēma (ar noskaņotu kontūru) parādīta 58. zīmējumā. Saites ķēdei ir maza aktīvā un liela kompleksā pretestība strāvām rezonanses frekvencē. Šīs shēmas galvenās priekšrocības ir šādas: uz kontūra praktiski nav līdzsprieguma krituma; paaugstināta selektivitāte, kā arī liels pastiprinājums.

Jāpiebilst vēl, ka dažreiz ir izdevīgi lietot saites ķēdi, kas apvieno transformatoru un pretestību, kā tas parādīts 144. zīmējumā. Šai shēmā anodstrāvas komponentes sazarojas pie anoda: pastāvīgā (līdzstrāvas) komponente virzās caur pretestību R , bet mainīgā komponente caur saites kondensatoru C un transformatora Tr primāro tinumu. Rezultātā transformatora sekundārajā tinumā inducējas maiņspriegums, kas tiek pievadīts nākamās radiolampas tīkliņam. Šāda shēma izdevīga ar to, ka transformatoram cauri neplūst līdzstrāva, tāpēc tā serdenis tiek izmantots visizdevīgākos apstākļos. Tā, kā atceramies, ir arī viena no prettaks shēmas priekšrocībām.



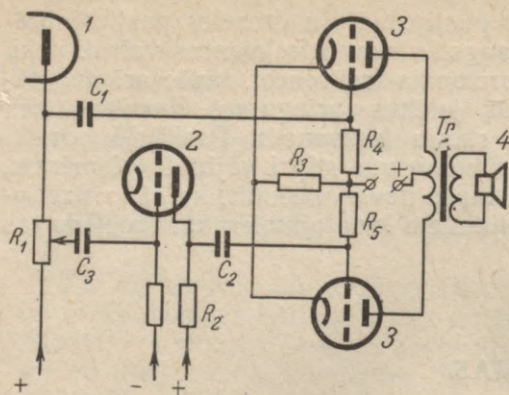
144. zīm. Jaukta pretestības-induktīvā saite.

FĀZES APVĒRSĒJI

Tā kā pieminējam šo shēmu, izmantosim gadījumu un atzīmēsim, ka arī prettaks shēmās transformatoru var atvietot ar pretestības-kondensatora saiti. Ar ieejas transformatoru abu prettaks shēmas radiolampu tīkliņiem pievada pretējas polaritātes maiņspriegumus. Taču to var atvietot ar fāzes apvēršēju (invertoru)¹, t. i., pakāpi, kas vienam prettaks lampas tīkliņam maina polaritāti.

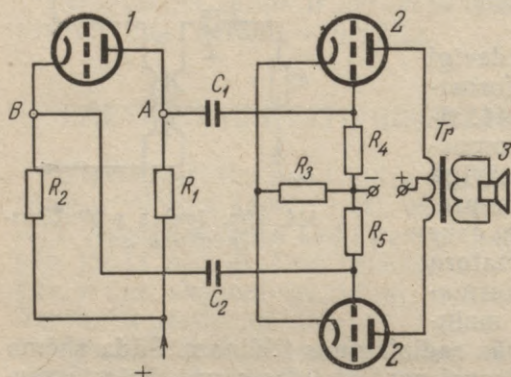
145. zīmējumā attēlota bieži izmantota fāzes apvēršēja shēma. Iepriekšējais pastiprinātājs caur kondensatoru C_1 pievada spriegumu vienam

¹ E. Aisbergs savās grāmatās plaši izplatīto terminu — fāzes apvēršējs nelieto, pamatodams ar to, ka radiolampa maina polaritāti, bet nevis fāzi. Sīkāk sk.: E. Aisbergs. *Televīzija?* ... Tas ir ļoti vienkārši! Izdevniecība «Liesma», Rīgā, 1967, Ievadā un 61. lpp. (*Tulk. piez.*)



145. zīm. Prettakts pakāpes shēma ar fāzes apvēršēju.

1 — iepriekšējais pastiprinātājs; 2 — fāzes apvēršējs; 3 — prettakts pakāpes jaudas lampas; 4 — skaļrunis.



146. zīm. Prettakts pakāpes shēma ar anoda-katoda atkārtotāju.

1 — anoda-katoda atkārtotājs; 2 — prettakts pakāpes jaudas lampas; 3 — skaļrunis.

visai bieži sastopama prettakts pakāpes ierosināšanas shēma, kurā izmanto t. s. anoda-katoda atkārtotāju. Šai shēmā viena saites pretestība R_1 ieslēgta iepriekšējās pakāpes (anoda-katoda atkārtotāja) anodkēdē, bet otra R_2 — tā katodkēdē. Nav grūti pārliecināties, ka spriegumu polaritāte punktos A un B ir pretēja. Palielinoties tīkliņspriegumam, anodstrāva pieaug un tāpēc arī spriegums punktā A samazinās, bet punktā B pieaug. Atliek tikai šos punktus ar saites kondensatoriem C_1 un C_2 savienot ar prettakts pakāpes radiolampu tīkliņiem.

Jāpiezīmē, ka anoda-katoda atkārtotājs spriegumu nepastiprina.

prettakts radiolampas tīkliņam. Vienlaicīgi no pretestības R_1 šī sprieguma daļa tiek caur kondensatoru C_3 pievadīta fāzes apvēršēja tīkliņam. Spriegums uz šīs lampas anodslodzes R_2 ir pretējā polaritātē salīdzinājumā ar spriegumu uz tīkliņa. Ar ko tas izskaidrojams? Palielinoties spriegumam uz fāzes apvēršēja radiolampas tīkliņa, tās anodstrāva pieaug. Tātad pieaug arī sprieguma kritums uz anodslodzes R_2 . Bet, tā kā šo sprieguma kritumu no barošanas avota sprieguma atskaitām, spriegums uz radiolampas anoda pazeminās.

Tādējādi invertora spriegumu uz anoda var izmantot otras prettakts pakāpes radiolampas ierosināšanai (caur saites kondensatoru C_2), jo šis spriegums ir pretējā polaritātē spriegumam uz kondensatoru C_1 .

Nav grūti saprast, kāpēc invertora lampas tīkliņam pievada tikai daļu sprieguma. Taču signālsprīgumiem uz abiem prettakts lampu tīkliņiem jābūt vienādiem, bet invertora pastiprināšanas koeficients ir lielāks par vienu.

Kā redzams no shēmas (145. zīm.), tīkliņu nobīdes spriegumu abām prettakts radiolampām iegūst no kopējās katodpretestības R_3 . Atsaistišanas kondensatoru paralēli šai pretestībai var nelikt, jo abu anodstrāvu polaritātes šai ķēdē ir pretējas, tāpēc tās savstarpēji kompensējas.

146. zīmējumā parādīta otra

SAITE AR DIODI

Aplūkojot dažādas saites starp radiolampām, mēs vienmēr pieņemām, ka radiolampa ir triode. Viss, kas tika par to teikts, ir attiecināms arī uz radiolampām ar lielāku elektrodu skaitu. Taču saiti ar diodi jāapskata atsevišķi.

Līdz šim viss, ko runājām par diodes detektoru, pamatojās uz to, ka detektēto strāvu tālāk pievadām telefona austiņām. Taču parasti radiouztvērējos aiz detektora atrodas viena vai vairākas radiolampas, kas pastiprina zemfrekvenci.

Saiti starp diodi un nākamo radiolampu izveido ar pretestību, ko ieslēdz telefona austiņu vietā (sk. 39. un 59. zīm.). Šī pretestība faktiski ir diodes anodslodze, taču citās shēmas detaļās atšķirību nav.

Lai samazinātu radiouztvērēja izmērus un to palētinātu, konstruēja kombinēto radiolampu. Tā, piemēram, šādas lampas balonā atrodas kā detektora diode, tā arī zemfrekvences priekšpastiprinātājs-triode (abām ir kopējs katods), citās kombinētajās lampās pat divas diodes un pentode. Shēmas ar kombinēto radiolampu (detektors-pastiprinātājs) tiek sastādītas kā divām atsevišķām lampām (sk. 59. un 61. zīm.). Pastiprinātāja radiolampai nepieciešama tīkliņa nobīde, tāpēc pretestību (grīdliku) R_2 pievieno nobīdes pretestības R_3 negatīvajam galam. Bet diodes anodam negatīvu potenciālu pievadīt nedrīkst, tāpēc arī diodes anodslodzi R_1 pievieno tieši katodam.

TIKLIŅA DETEKTĒŠANA

Nav nepieciešams zemfrekvences spriegumu tīkliņam pievadīt caur saites kondensatoru C_2 . Triodes tīkliņu un diodes anodu var izmantot kā vienu elektrodu. Tādējādi iegūsim triodi, kas slēgta tīkliņa detektēšanas shēmā, kā tas parādīts 62. zīmējumā un shēmas ekvivalentos variantos 63. un 64. zīmējumā. Šī kādreiz ļoti plaši izplatītā kombinētās detektēšanas metode diezgan bieži tiek izmantota arī mūsdienās. Tās priekšrocības — vienkāršība un jutība. Taču tā nenovērš kropļojumus kaut vai tāpēc vien, ka tīkliņa nobīdes spriegums nepaliek nemainīgs, bet, lampai darbojoties pastiprināšanas režīmā, nepieciešams, lai tas būtu pastāvīgs.

Atzīmēsim, ka šajā tradicionālajā detektēšanas ķēdē elementiem ir šādi lielumi: pretestība R_1 — aptuveni $1\text{ M}\Omega$, bet kondensators C_1 — apmēram $50 \div 150\text{ pF}$.

ZEMFREKVENCES PAKĀPJU SKAITS

Radiolampa ar saites ķēdi, kas atrodas pirms lampas, veido radiouztvērēja pakāpi. Prettakts pakāpē abas lampas kopā ar transformatoru, kas atrodas pirms šīm lampām, tiek uzskatītas par vienu pakāpi.

Modernos radiouztvērējos zemfrekvences pastiprināšanu reti izveido ar divām pakāpēm. Pēc detektora parasti seko pirmā pakāpe, kuru sauc par iepriekšējo frekvences pastiprinātāju un kurai ir liels pastiprinājums, pēc tam jaudas pastiprināšanas (izejas vai gala) pakāpe. Radiolampas (vai abu lampu prettakts pakāpē) uzdevums izejas pakāpē ir pastiprināt jaudu līdz skaļrunim nepieciešamam līmenim. Dažreiz izmanto tikai vienu zemfrekvences pakāpi ar radiolampu, kas apvieno sprieguma un jaudas pastiprināšanas funkcijas.

PASKAIDROJUMI PAR TRĪSPADSMITO SARUNU

ATGRIEZENISKĀ SAITE

Devītajā sarunā mums jau bija iespēja aplūkot, kāds efekts ir saitei starp vienas un tās pašas radiolampas anodu un tīkliņu. Šādas atgriezeniskās saites dēļ anodķēde iedarbojas uz tīkliņķēdi, ierosinot tajā kopā ar anodstrāvas izmaiņām arī atbilstošu spriegumu. Šī sprieguma polaritāte var arī sakrist ar tīkliņsprieguma polaritāti; nepieciešams tikai, lai anodstrāva plūstu pa atgriezeniskās saites spoles vijumiem atbilstošā virzienā.

Ja saite starp minētajām ķēdēm ir stipra, tad no anodķēdes pārvadāmā enerģija tīkliņķēdē var izrādīties pietiekama, lai kompensētu zudumus un uzturētu svārstības, un rezultātā sākas ģenerēšana.

Bet, ja saite ir vāja, tad ar atgriezenisko saiti vēl nepietiek, lai uzturētu nerimstošas svārstības. Un tomēr, kompensējot tīkliņķēdē zināmu zudumu daļu, atgriezeniskā saite samazina rimšanu. Tādējādi no iepriekšējās radiolampas vai no antenas nākošais signālspriegums sasniedz lielāku vērtību nekā bez atgriezeniskās saites...

Spriegums uz tīkliņa ietekmē anodstrāvu, kas savukārt iedarbojas uz tīkliņķēdi. Rezultātā pastiprinājums krasi pieaug. Tas dažreiz ir svarīgi, lai iegūtu nepieciešamo pastiprinājumu, nelietojot vairākas augstfrekvences pastiprinātāja pakāpes.

REGENERATĪVAIS DETEKTORS

Pozitīvās atgriezeniskās saites izmantošanas klasisks piemērs ir reģeneratīvais detektors vai reģenerators (67. zīm.), kam parasti seko zemfrekvences pakāpes. Šī shēma ilgu gadu bija ļoti populāra. Ar to var iegūt lielu jutību, selektivitāti un apmierinošu atskaņojuma kvalitāti. Pastiprinājums ir maksimāls, kad atgriezeniskā saite atbilst pašierosināšanās sliekšnim, t. i., punktam, kuru pārsniedzot radiolampa sāk ģenerēt. Visa reģeneratīvā uztvērēja regulēšanas māksla ir izraudzīties šādu saiti. To pārsniedzot, sākas pašierosināšanās, un uztvert šādos apstākļos vairs nav iespējams. Jāatzīmē, ka, cenšoties pēc pastiprinājuma, tiek upurēta skaņas kvalitāte, jo uz pašierosināšanās sliekšņa kontūra selektivitāte ir pārāk liela, un rezultātā rodas augsto skaņas frekvenču zudumi (vēlāk paskaidrosim šīs parādības cēloņus). Bet ko tikai neizdarīs iesācējs radioamatieris, lai uztvertu pārraidi, piemēram, no Honolulu!

Inducētais spriegums atkarīgs no frekvences, tāpēc katrai raidstacijai saite jāizraugās no jauna. Šim nolūkam var izmantot vairākus paņēmienus.

Vispirms, vienu spoli attiecībā pret otru var izveidot pārvietojamu. Tuvinot, attālinot vai pagriežot (zināmā leņķī) šo spoli, var atgriezenisko saiti mainīt pēc vajadzības.

Var arī, novietojot spoles nekustīgi, izmainīt augstfrekvences strāvas lielumu atgriezeniskās saites spolē. Šim nolūkam anodstrāvu sazaro divās komponentēs: pastāvīgā (līdzstrāvas) un mainīgā. Mainīgā strāva plūst caur atgriezeniskās saites spoli un tai virknē pieslēgto maiņkondensatoru. Kondensators aiztur ne tikai anodstrāvas pastāvīgo komponenti, bet arī zemfrekvences komponenti, jo tā kapacitāte ir maza. Šīs komponentes noslēdzas caur citu ķēdi, kurā ieslēdz saites elementu ar nākamo radiolampu (zemfrekvences transformatoru, aktīvu vai induktīvu pretestību) vai telefona austiņas.

Lābākai komponentu atdalīšanai, ķēdē ar aktīvu slodzi vēlams virknē ieslēgt sprostdroseli, kas relatīvi lielās induktivitātes dēļ aiztur augstfrekvences komponenti, taču laiž cauri zemfrekvences komponenti. Tādējādi šī shēma analoga komponentu sazarošanas ķēdēm, kas parādītas 68. zīmējumā.

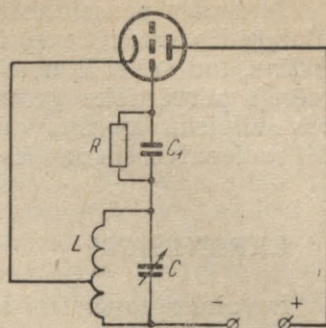
Ar atgriezeniskās saites spoļi virknē slēgto maiņkondensatoru var pēc vajadzības regulēt ķēdē plūstošo augstfrekvences komponentes strāvu, tādējādi regulējot atgriezenisko saiti. Tas ir diezgan praktisks paņēmieni, jo ar to var saiti ļoti precīzi regulēt. Pastāv vēl vairāki shēmas varianti, taču tie visi pamatojas uz vienu un to pašu principu un atšķiras tikai ar shēmas detaļām.

Aplūkoto atgriezenisko saiti nedrīkst nosaukt par «kapacitatīvo atgriezenisko saiti». Šis atgriezeniskās saites veids pamatojas uz divu spoļu savstarpējo induktivitāti; kondensators šeit izpilda ūdenskrānam līdzīgas funkcijas — dod iespēju mazāk vai vairāk caurplūst augstfrekvences strāvai.

Var izveidot arī īstu *kapacitatīvo atgriezenisko saiti*. Šim nolūkam starp anodu un tīkliņu jāieslēdz maiņkondensators. Taču gūtie rezultāti parasti nav apmierinoši.

Jauktā induktīvi kapacitatīvā atgriezeniskā saite izmantota Hārtlija shēmā (69. zīm.), kur tīkliņš un anods saistīti ar noskaņotā kontūra kondensatoru un tā paša kontūra induktivitātes daļu. Atgriezenisko saiti tāpat regulē ar maiņkondensatoru C_2 .

Ar Hārtlija shēmu parasti saprot oscilatoru (ģeneratoru) ar elektronu saiti (147. zīm.). Šai oscilatorā, ko bieži izmanto superheterodīna radio-uztvērējos, nevar izmainīt atgriezeniskās saites stiprumu, jo pa spoles daļu, kas apvilka ar treknu līniju, plūst tikai augstfrekvences komponente. Atgriezenisko saiti varētu veidot regulējamu tikai tādā gadījumā, ja ar spoles atvadu varētu izmainīt vijumu skaitu, pa kuriem plūst atgriezeniskās saites strāva.



147. zīm. Oscilators ar elektronu saiti. Anodstrāvas ceļš apzīmēts ar treknu līniju.

PARAZĪTISKĀS SAITES

Ja regulējamā atgriezeniskā saite bieži ir ļoti vērtīgs līdzeklis, lai gūtu optimālus rezultātus no radiouztvērēja ar nelielu lampu skaitu, tad nekontrolējama atgriezeniskā saite, ko izraisa parazitiski elementi, ir viena no visnepatīkamākajām parādībām radiotehnikas praksē. Parazitiskās saites var iedalīt trīs paveidos: induktīvā, kapacitatīvā, kā arī caur kopēju pretestību. Pēdējo parazitiskās saites veidu aplūkosim nākamajā sarunā. Induktīvās un kapacitatīvās saites ir visur, kur radiolampas anodķēdes elementi atrodas tuvu (blakus) tās pašas vai iepriekšējās lampas tīkliņķēdes elementiem.

Divi vadītāji, lai gan tie nelielā montāžas iecirknī atrodas blakus, veido kondensatoru. Divas spoles, ja piesardzība nav ievērota, izrādās, ir saistītas induktīvi. Pat radiolampas elektrodi, kaut gan tiem ir nēcīgi izmēri, cits ar citu vai ar blakus novietotiem shēmas elementiem veido kapacitātes.

slēgtām pretestībām (R_2 un R_3 , 72. zīm.), kas ieslēgtas starp anodsprieguma barošanas avota poliem. Atkarībā no R_2 un R_3 lieluma caur tām plūst lielāka vai mazāka strāva, kura uz katras no tām rada sprieguma kritumu, kas ir proporcionāls šo pretestību lielumam (šo abu spriegumu summa, protams, vienlīdzīga ar barošanas avota spriegumu). Tādējādi abām pretestībām kopējais punkts ir zemāks potenciāls nekā anodspriegumam, tāpēc, atbilstoši izvēloties pretestību vērtības, var iegūt vajadzīgo sprieguma lielumu. Pie šī kopējā punkta tad arī pieslēdz ekrāntīkliņu.

Sakarā ar to, ka ekrāntīkliņš «uzķer» zināmu skaitu caurlidojošu elektronu, pastāv neliela šī tīkliņa strāva. Lai šīs strāvas izmaiņas neietekmētu ekrāntīkliņa sprieguma pastāvību, starp ekrāntīkliņu un katodu ieslēdz kondensatoru, kas novada strāvas mainīgo komponenti tieši uz katodu.

Radiolampās, kurās ekrāntīkliņa strāva ir samērā nemainīga, vajadzīgo ekrāntīkliņa spriegumu var padot caur t. s. reducējošo pretestību (pretestība R_2 , 148. zīm.), kas savieno ekrāntīkliņu ar barošanas avota pozitīvo polu. Arī šai gadījumā nepieciešams kondensators mainīgās strāvas komponentes novadīšanai uz katodu.

SEKUNDĀRĀ EMISIJA

Kad straujā skrējiena beigās elektroni sasniedz anodu, tie no anoda atomiem izsit elektronus vakuumā. Šo elektronu plūsmu, ko izstaro anods, sauc par sekundāro emisiju.¹ Sekundāro elektronu ātrums ir relatīvi neliels, un jau pēc neilga lidojuma tie parasti atgriežas uz anoda, jo tos pievelk anoda pozitīvais potenciāls. Vismaz tā notiek triodē.

Tāču tetrodē sekundārā emisija var nopietni traucēt radiolampas darbību. Kad anodpotenciāls kļūst mazāks par ekrāntīkliņa potenciālu, elektroni vairs neatgriežas uz anodu, bet tos pievelk ekrāntīkliņš. Tāpēc rodas strāva, kas plūst no anoda uz ekrāntīkliņu. Šī strāva ir pretēja normālajam anodstrāvas virzienam un tāpēc tiek no tās atskaitīta. Anodķēdē ieslēgtais miliampērmetrs rādīs strāvu, kas ir vienlīdzīga normālās anodstrāvas un sekundārās strāvas starpībai.

Kādos apstākļos šī parādība notiek? Citiem vārdiem, kā spriegums uz anoda var izrādīties zemāks par ekrāntīkliņa spriegumu? Atgādināsim, ka spriegums uz ekrāntīkliņa ir pastāvīgs, turpretī spriegums uz anoda visu laiku mainās, jo no anodstrāvas barošanas avota sprieguma (t. i., ko mēs saucam par anodspriegumu) jāatskaita sprieguma kritums uz anodslodzes pretestības. Ja maiņspriegums uz tīkliņa pārsniegs zināmu lielumu, tad anodstrāvas mainīgā komponente var kļūt tāda, ka momentānās sprieguma vērtības uz anoda, izrādīsies, būs zemākas nekā spriegums uz ekrāntīkliņa. Tieši šai momentā sekundārie elektroni no anoda joņos uz ekrāntīkliņu.

PENTODE

Šī trūkuma novēršanas paņēmieni ir vienkārši: starp anodu un ekrāntīkliņu novieto vēl vienu tīkliņu ar katoda potenciālu. Antidinatrona tīkliņš jeb t. s. bremztīkliņš neietekmē primāros elektronus, kas lielā ātrumā traucas no katoda uz anodu. Bet ievērojami lēnākos sekundāros elektronus bremztīkliņš «nobremzē», un tie spiesti atgriezties uz anoda.

¹ Sekundāro emisiju sauc arī par dinatrona efektu. (Tulk. piez.)

Trīstīkliņu radiolampai (ar pieciem elektrodiem) jeb pentodei nav to trūkumu, ko rada sekundārā emisija. Bez šīs atšķirības pentodei ir tādas pašas īpašības un priekšrocības kā tetrodei. Pentode patlaban ir pastiprinātājos visplašāk izmantotā radiolampa, turklāt to lieto kā zemfrekvences, tā arī augstfrekvences pakāpē. Abos gadījumos pentode dod lielu pastiprinājumu. Bez tam kapacitāte stūrējošais tikliņš — anods ārkārtīgi niecīga. Tā ir ļoti liela priekšrocība darbam augstfrekvences pakāpēs, jo tas samazina pašierosināšanās iespējamību.

PASKAIDROJUMI PAR ČETRPADSMITO SARUNU

SAITE CAUR KOPEJO PRETESTIBU

Ar ekranēšanu var novērst vai samazināt parazitiskās saites, ko rada magnētiskā indukcija vai kapacitāte. Un tomēr paliek citi saites veidi, kas var rasties pretestību dēļ, kuras ir vairākām ķēdēm.

Kad caur vienu un to pašu pretestību (kaut vai anodsprieguma barošanas avots) plūst cauri vairāku radiolampu anodstrāvu mainīgās komponentes, katra šāda strāva rada uz tās mainīgu sprieguma kritumu, kas ietekmē visu radiolampu elektrodu spriegumu. Atkarībā no tā, vai šāda parazitiskā atgriezeniskā saite ir pozitīva vai negatīva, tā var radīt vai nu pastiprinājuma vājināšanos, vai arī pašierosināšanos.

Bīstams ir sprieguma kritums uz kopējo pretestību, ko izraisa radiolampu anodstrāvu mainīgās komponentes. Līdzstrāvas (pastāvīgās) komponentes neizraisa nevēlamas mijiedarbības, jo tās ir nemainīgas. Tāpēc, lai šo parazitiskās saites veidu likvidētu, anodstrāvu mainīgās komponentes «apkaro», izmantojot atbilstošas atsaistīšanas ķēdes, t. i., zemas pretestības individuālus isslēgumus.

ATSAISTĪŠANAS ĶĒDES

Tā kā anodstrāvas mainīgās komponentes galvenā funkcija ir radīt mainīga sprieguma kritumu saites ķēdē, tad, izejot cauri šai ķēdei, tās darbība izbeidzas. Visvienkāršāk to piespiest atgriezties izejas punktā, t. i., katodā, izveidojot tai ceļu ar pietiekami lielu kapacitāti. Lai neļautu tai virzīties pa to pašu ceļu, pa kuru plūst pastāvīgā komponente, tai ceļā novieto šķēršļus — aktīvo vai induktīvo pretestību.

Tādējādi mēs atkal sastopamies ar anodstrāvas parasto sazarošanu divās komponentēs (sk. 142. zīm.): kondensators laiž cauri mainīgo komponenti un aiztur līdzstrāvu, bet aktīvā pretestība vai atbilstošā veidā izraudzītā induktivitāte, laižot cauri līdzstrāvu (t. i., pastāvīgo komponenti), ir šķērslis anodstrāvas mainīgajai komponentei.

Atsaistīšanai līdzstrāvas zaros (ķēdēs) izmanto aktīvās pretestības, turklāt vienlaicīgi izmanto sprieguma kritumu uz atsaistīšanas pretestības, lai ieregulētu katrai radiolampai optimālu spriegumu uz anoda.

Atsaistīšanas kondensatora kapacitātei jābūt jo lielākai, jo zemāka ir pastiprināmā signāla frekvence un jo mazāka atsaistīšanas pretestība. Augstfrekvencei izmanto apmēram 0,1 μF kondensatorus. Tas ir pilnīgi

pietiekami, jo 1000 kHz frekvencē (atbilst 300 m viļņiem) šī kondensatora kapacitīvā pretestība ir tikai 1,5 Ω . Zemfrekvencē izmanto apmēram 20 μF kondensatorus. Šī lielā kapacitāte nav nekāda lieka «greznība», jo tās pretestība 50 Hz frekvencē ir 150 Ω .

ATSAISTĪŠANAS ĶĒDES MONTĀŽA

Atsaistīšanas elementi, veicot montāžu, jāizvieto pēc iespējas tuvāk radiolampai un saites ķēdei, lai mainīgās komponentes atgrieztos katodā pa visīsāko ceļu.

Atsaistīšanas kondensatorus dažreiz savieno nevis ar katodu, bet gan ar anodsprieguma barošanas avota negatīvo polu. Tas mainīgajai komponentei vēl liek plūst cauri kondensatoram, kas ieslēgts paralēli nobīdes pretestībai. Tas nav ieteicams, jo ekvivalentā kapacitāte diviem virknē slēgtiem kondensatoriem, caur kuriem jāplūst mainīgajai komponentei, ir mazāka par «mazākā» kondensatora kapacitāti. Taču praktiski to dara tādēļ, ka ir ļoti ērti visus anodsprieguma barošanas avota negatīvajam polam pievienojamos vadus pielodēt pie resna iezemēšanas vada vai metāla šasijas (labāk pielodēt pie iezemēšanas vada). Atgādināsim, ka spoļu, radiolampu un pievadu ekrāniem arī jābūt pievienotiem pie šasijas (korpusa).

Un tomēr tagad, kad uzzinājām, kādu labumu dod atsaistīšana, atzīmēsim, ka daudzi radiouztvērēji darbojas labāk... bez atsaistīšanas ķēdēm. Tas izskaidrojams ar to, ka parazitiskās atgriezeniskās saites izveidojas pozitīvas, t. i., tādā polaritātē, kas veicina pastiprināšanu, taču nenovedot shēmu līdz pašerosināšanās (ģenerācijas) sliekšnim. Tieši tāpēc ir gadījumi, kad lēts radiouztvērējs, kurā ekonomisku apsvērumu dēļ nav atsaistīšanas ķēžu, izceļas ar savu jutību. Tomēr, lai šis paradokšālais fakts neliek mums šaubīties par atsaistīšanas ķēžu nepieciešamību, jo labāk ir kļūt par atgriezeniskās saites «saimnieku» un apzinīgi to izmantot tur, kur tā lietderīga, nekā gaidīt, kad uztvērējs pārvērtīsies par ģeneratoru.

PASKAIDROJUMI PAR PIECPADSMITO SARUNU

BAROŠANAS PROBLĒMA

Radiouztvērēja barošanai vajadzīgi divi strāvas avoti: anodsprieguma avots, kas dod anodstrāvu, un zemsprieguma avots, kurš dod kvēles strāvu. Pirmā avota spriegumam jābūt 100 ÷ 250 V. Izņemot speciālas radiolampas bateriju uztvērējiem, kvēle var būt gan līdzstrāvas, gan maiņstrāvas.

Nobīdes spriegumam, kā jau redzējām, īpašs barošanas avots nav vajadzīgs, jo šim nolūkam nepieciešamo spriegumu iegūst no anodsprieguma avota, izmantojot sprieguma kritumu un katodķēdē ieslēgtās pretestības.

Neiztīrāsīm bateriju radiouztvērējus, kuros baterijas un akumulatori dod visus nepieciešamos spriegumus un kuros izmanto tiešās kvēles radiolampas, kas patērē ļoti mazas kvēles strāvas pie sprieguma 1,5 vai 2 V.

BAROŠANA NO MAINSTRĀVAS TIKLA

Visizplatītākie ir radiouztvērēji ar mainstrāvas elektriskā tīkla barošanu. Ar tīkla spraudņakšu un vadu pievada spriegumu no tīkla sienas kontakta caur izslēdzēju (ar to ieslēdz un izslēdz uztvērēju) tīkla transformatoram. Ņemot vērā drošības tehnikas apsvērumus, šai ķēdē ieslēdz arī drošinātāju, kas nejaušu īsslēgumu gadījumā pārdeg un atvieno to no tīkla.

Transformatora primārajam tinumam ir atvadi, kas domāti dažādiem tīkla spriegumiem (127 V vai 220 V). Parasti elektriskā tīkla transformatora sekundārajā pusē ir trīs atsevišķi tinumi: radiolampu kvēlei, kenotrona kvēlei un anodspriegumam. Šiem trim tinumiem bieži ir viduspunkta izvadi.

Visbiežāk izmanto kenotronus ar diviem anodiem; lai iztaisnotu tikai vienu pusperiodu, jāsavieno abi anodi, pārvēršot tos kopīgā anodā. Kenotrona kvēle agrāk bija 4 V (Eiropas lampām) vai 2,5 V (amerikāņu lampām). Pēdējā laikā kvēles spriegums kenotronu lielākajai daļai ir 6,3 V. Arvien biežāk izmanto netiešās kvēles kenotronus, līdz ar to iespējams anodspriegumu noņemt tieši no katoda (bet nevis no kenotrona kvēles tinuma viduspunkta).

Anodsprieguma tinuma abi galējie izvadi, kas dod anodstrāvu, savienoti ar kenotrona anodiem, bet šī tinuma viduspunkts ir anodsprieguma negatīvais pols. Nedrīkst aizmirst, ka spriegums, ko pamīšus pievada kenotrona anodiem, tiek noņemts no tinuma vienas puses, bet nevis no visa tinuma. Tā, piemēram, ja anodtinuma kopīgais spriegums ir 600 V, tad katrā momentā iztaisnojas 300 V spriegums, tāpēc nav jācenšas meklēt iztaisnoto 600 V spriegumu!

Tīkla transformatora izgatavotājiem ir labs paradums norādīt ne tikai spriegumus uz sekundārajiem tinumiem, bet arī strāvas stiprumus. Nedrīkst kļūdīties šo lielumu iztulkošanā: tie nav strāvas stiprumi, ko tinumi var dot jebkurā gadījumā, bet gan stiprumi, kurus nav vēlams pārsniegt, jo pretējā gadījumā pārkarst transformators. Jo resnāks vads izmantots tinumā un tāād jo mazāka tinuma pretestība, jo lielāku strāvu var noņemt bez ievērojamas sakarsēšanas. Lai uzzinātu katra tinuma strāvu, jāaprēķina tinumam pieslēgtā kopējā pretestība un jālieto Oma likums.

FILTRS

Pēc iztaisnošanas iegūtā strāva ir vienvirziena strāva, taču tā nav vēl līdzstrāva šī vārda tiešajā nozīmē. Pirms izmantošanas tā vēl jāizlīdzina ar filtru. Pulsējošo strāvu pirms filtrācijas var uzskatīt kā divu strāvu summu — līdzstrāvas un mainstrāvas. Filtram jālaiž cauri līdzstrāvas komponente, bet mainīgā komponente — pilnīgi jāaiztur.

Atsaistišanas ķēdēs mums jau bija jārisina līdzīgas problēmas. Tāad mainīgajai komponentei jārada ērts ceļš caur kondensatoru, bet citā virzienā tai jāaizsprosto ceļš ar induktīvo pretestību, kas turpretī laiž cauri līdzstrāvas komponenti. Par šādu pretestību var izmantot droseļi ar relatīvi nelielu aktīvu pretestību, ko ieslēdz strāvas plūšanas ceļā (vienkāršākos radiouztvērējos izmanto aktīvu pretestību). Kondensators, kas novada mainīgo komponenti, tiek slēgts paralēli taisngrieža izejai. Un, beidzot, filtra montāža tiek pabeigta, uzstādot filtra izejā otru kondensatoru, kas domāts strāvas mainīgās komponentes atlieku nošuntēšanai, kuras izspiekušās cauri droseļei (89. zīm.).

Ja ļoti rūpīgi jānolīdzina pulsācijas, var ieslēgt virknē divas filtra šūnas. Tad divus vidū esošos kondensatorus var nomainīt ar vienu kopīgu

kondensatoru abām šūnām (šī kondensatora kapacitātei jābūt divreiz lielākai par katru ārējo kondensatoru).

Tā kā pulsāciju frekvence ir ļoti maza (50 Hz maiņstrāvas tīklam tā ir 100 Hz, jo iztaisnošanas procesā katra perioda vietā mēs iegūstam divus vienāda vērsuma pusperiodus), induktivitātēm un kapacitātēm jābūt relatīvi lielām. Drošes ar dažu desmitu henriju induktivitāti ir tinumi uz transformatoru skārda serdeniem. Kondensatoru kapacitāte sniedzas vairākos mikrofarados, tāpēc izmantot kondensatorus ar cietu dielektriķi, piemēram, ar parafīnu piesūcinātu papīru, nevar, jo tiem ir pārāk lieli izmēri. Šai gadījumā izmanto speciālus kondensatorus — t. s. elektrolītiskos kondensatorus.

ELEKTROLĪTISKIE KONDENSATORI

Šī tipa kondensatori satur šķidrumu vai mīklai līdzīgu masu, ko sauc par elektrolītu. Elektrolītā iegremdēts alumīnija klājums ar samērā lielu virsu.

Pievadot spriegumu starp elektrolītu un alumīniju (pēdējo pieslēdz pozitīvam polam), sākas elektrolīta sadalīšanās. Rezultātā alumīnijs nokļūst ar aizsargslānīti (kas ir dielektriķis) un strāva izbeidzas. Aizsargslānīša biezums ir neliels (aptuveni milimetra tūkstošās daļas), un, protams, šāda kondensatora (kura klājumi ir alumīnijs un elektrolīts) kapacitāte ir ļoti liela.

Atgādināsim, ka atšķirībā no kondensatoriem, kurus līdz šim apskatījām, elektrolītiskajam kondensatoram ir noteikta polaritāte: alumīnija klājums obligāti jāpieslēdz pozitīvajam polam. Ja pieslēgšanas polaritāti maina, riskējam kondensatoru sabojāt. Tātad šāds kondensators nav jāieslēdz maiņstrāvas ķēdēs. Izņēmums te būtu gadījums, kad maiņspriegumam uzklāts liels un atbilstošas polaritātes līdzspriegums.

Katrs kondensatoru tips ir aprēķināts noteiktam darba spriegumam, ko norāda rūpnīca izgatavotāja. To nav vēlams pārsniegt. Kondensatora kapacitāte zināmā mērā atkarīga no sprieguma uz klājumiem, un, spriegumam palielinoties, tā nedaudz samazinās.

Momentāna pārsprieguma ietekmē elektrolītiskā kondensatora caursite (kad starp tā klājumiem pārlec dzirkstele) nav pārāk liela nelaime, jo alumīnija oksīda aizsargslānītis ātri atjaunojas. Tas nenotiek t. s. papīra kondensatoros. No dzirksteles papīrs apogļojas un zaudē savas izolatora īpašības. Rezultātā starp klājumiem izveidojas lielākā vai mazākā mērā tiešs īsslēgums.

Elektrolītiskos kondensatorus parasti izgatavo metāla korpusos, kas veido kontaktu ar elektrolītu un noder negatīvā pola pieslēgšanai. Visizplatītākie ir elektrolītiskie kondensatori ar desmitiem mikrofaradu lielu kapacitāti. Tos izmanto ne tikai barošanas filtros, bet arī zemfrekvences ķēdēs kā atsaistišanas elementus, kā arī katodnobīdes pretestības šuntēšanai. Sakarā ar to jāatzīmē, ka tagad gala lampas (pēdējā zemfrekvences pakāpē) parasti ir ar netiešo kvēli un tāpēc nobīdes spriegumu tām veido pretestība katodā.

KVĒLDIEGU KARSĒŠANA

Ja agrāk Eiropā visur tika pieņemts vienāds kvēles spriegums — 4 V (bet Amerikā 2,5 V), tad tagad abos kontinentos vienojušies par maiņstrāvas kvēles standartsprriegumu (6,3 V). Taču tas nenozīmē, ka nepastāv daudz dažādu radiolampu tipu ar dažādiem kvēles spriegumiem līdz

pat 110 V (šādas radiolampas var lietot bez pazeminoša kvēles transformatora).

Mainstrāvas tīkla radiouztvērējos kvēldieģus pieslēdz tieši pie transformatora kvēles tinuma (90. zīm.).

Citādi rikojas, ja radiouztvērējs darbināms no līdzstrāvas tīkla. Sakarā ar to, ka šai gadījumā transformatoru, kas pazeminātu tīkla spriegumu līdz vajadzīgajam lielumam, izmantot nevar, radiolampu kvēles tiek saslēgtas virknē (protams, visām lampām jādarbojas normāli pie vienas un tās pašas kvēles strāvas). Šai gadījumā izmanto radiolampas ne tikai ar 6,3 V kvēles spriegumu, bet arī (sevišķi izejas pakāpē) ar daudz lielāku kvēles spriegumu. Ja izrādās, ka summārais spriegums ir mazāks par tīkla spriegumu, pārpalikumu dzēš ar balasta pretestību.

Tā, piemēram, piecu lampu radiouztvērējam, no kurām četrām ir 6,3 V, bet vienai 25 V kvēles spriegums, virknē saslēgtām kvēlēm nepieciešams $6,3 \cdot 4 + 25 = 50,2$ V. Ja izmanto 110 V tīkla spriegumu, tad ar balasta pretestību jādzēš apmēram 60 V. Ja kvēles strāvai ir 0,3 A, tad pēc Oma likuma pretestībai jābūt $60 : 0,3 = 200 \Omega$.

Protams, šeit vairāk nekā puse enerģijas izkļiedējas uz pretestības siltuma veidā. Šāda sistēma ir maz ekonomiska. Un tomēr tas ir vienīgais atrisinājums līdzstrāvas tīkla gadījumā. Balasta pretestību dažreiz ievieto radiouztvērēja tīkla auklā.

RADIOUZTVĒRĒJA BAROŠANA NO LĪDZSTRĀVAS TĪKLA

Līdzstrāvas tīkla radiouztvērēju anodbarošanai nav nepieciešama strāvas iztaisnošana, taču nolīdzināšana ar filtru arī šeit ir ne mazāk nepieciešama, jo līdzstrāvai no tīkla ir nelielas pulsācijas, ko ar labu filtru izdodas viegli nolīdzināt.

Tā kā līdzstrāvas tīkla spriegumu ar transformatoru palielināt nevar, jāgādā, lai sprieguma kritums uz filtra droseli būtu minimāls un lai radiolampu anodiem pievadāmais spriegums nebūtu pārāk zems. Tāpēc, ja notiek līdzstrāvas tīkla pulsāciju filtrācija, filtra droseli tin ar samērā resnu vadu (lai samazinātu aktīvo pretestību), samazina vijumu skaitu, induktivitātes samazināšanu kompensējot ar lielas kapacitātes kondensatoriem. Par laimi, apmēram 110 V lieliem darba spriegumiem ir elektrolītiskie kondensatori ar kapacitāti virs 100 μF .

RADIOUZTVĒRĒJI AR UNIVERSĀLU BAROŠANU

Mēs uzskatām par lietderīgu sīki pakavēties pie līdzstrāvas tīkla radiouztvērēju barošanas iekārtojuma ne jau tāpēc vien, ka tie ir plaši izplatīti. Šādus radiouztvērējus ražo ļoti reti. Taču pastāv ļoti daudz radiouztvērēju ar universālu barošanu, kurus var ieslēgt kā mainstrāvas, tā arī līdzstrāvas tīklā. Šādi radiouztvērēji maz atšķiras no līdzstrāvas tīkla radiouztvērējiem.

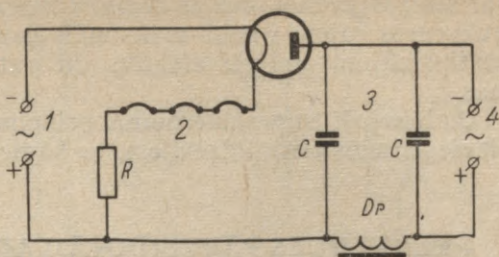
Radiouztvērējos ar universālu barošanu lampu kvēldieģus tāpat saslēdz virknē, turklāt ķēdē ieslēdz arī balasta pretestību.

Anodsprieguma ķēdē (149. zīm.) pirms filtrācijas strāva izplūst cauri vienanoda kenotronam (vai divanodu — ar savienotiem anodiem).

Ieslēdzot radiouztvērēju mainstrāvas tīklā, noris vienpusperioda iztaisnošana. Viss pārējais notiek kā parastā barošanas shēmā, radioaparātu ieslēdzot mainstrāvas tīklā. Izmantojot līdzstrāvas tīklu, var būt divi

gadījumi. Ja tīkla spraudakšu kontaktā ieslēdz tā, ka kenotrona katods pieslēgts pozitīvam polam, tad strāva neplūdis un radiouztvērējs nedarbosies. Spraudakšu ieslēdzot pretēji, strāva bez šķēršļiem plūdis caur kenotronu, un, kaut gan tā nav jāiztaiso, tās turpmākais ceļš būs tāds pats kā maiņstrāvas tīkla gadījumā.

Tāpat jāatzīmē, ka līdzstrāvas tīkla un universālās barošanas radiouztvērēji tiek ieslēgti tīklā tieši, jo parastais starplocēklis — transformators tajos iztrūkst. Taču tīklam attiecībā pret zemi var būt diezgan augsts potenciāls. Tāpēc šādus radiouztvērējus drīkst sazēmet tikai caur nelielu kapacitāti, kas laiž cauri no antenas nākošās augstfrekvences svārstības, bet ir šķērslis bīstamam tīkla īsslēgumam uz zemi.



149. zīm. Radiouztvērējs ar universālu barošanu (shēma).

1 — elektriskais tīkls; 2 — radiolampu kvēldieģi;
3 — filtrs; 4 — iztaisnotais anodspriegums.

PASKAIDROJUMI PAR SEŠPADSMITO SARUNU

TIEŠAIS SLĒGUMS

Līdz šim aplūkoti radiouztvērēji pieder pie tiešā slēguma uztvērēju kategorijas. Pirms detektēšanas no antenas nākošo augstfrekvences strāvu pastiprina vienā vai vairākās pakāpēs.

Taču pastiprinājums šeit nevar būt liels, jo, neraugoties uz jebkuriem ekranēšanas un atsaistišanas piesardzības soļiem, ir grūti izvairīties no parazitiskām atgriezeniskām saitēm, ja augstfrekvences pakāpju skaits pārsniedz vienu vai divas. Grūtības palielinās, frekvencei pieaugot, un tas attiecas ne tikai uz atgriezeniskām saitēm, bet arī uz iespējām gūt pietiekamu pastiprinājumu. Tāpēc uz īsiem viļņiem (augstākās frekvencēs) augstfrekvences pastiprinājums ir mazefektīvs.

Bez tam, palielinot augstfrekvences pakāpju skaitu, attiecīgi jāpalielina vienlaicīgi noskaņojamo svārstību kontūru skaits, kas arī rada daudz neērtību. Secinājumi rodas paši par sevi. Tiešā slēguma radiouztvērēju var izmantot tikai tad, kad nav vajadzīga liela jutība. Tas ieteicams sevišķi vietējo pārraižu uztveršanai, bet nav domāts attālākām raidstacijām, kuras var uztvert ar superheterodīnu.

SUPERHETERODĪNA PRINCIPS

Superheterodīna radiouztvērējos sāk ar to, ka vispirms augstfrekvenci pārveido zemākā frekvencē, ko var ērtāk pastiprināt. Lai kāda arī būtu signāla frekvence, to pārveido attiecīgajam uztvērējam vienā un tai pašā frekvencē — t. s. starpfrekvēncē. Šādā gadījumā radiouztvērējā galvenās pastiprināšanas pakāpes — starpfrekvēnces pakāpes domātas tikai vienai frekvencei. Tādējādi, pārskatējot radiouztvērēju no viena raidītāja uz otru, nav vajadzības izmainīt šo pakāpju noskaņojumu. Tā kā

par starpfrekvenci izvēlas zemāku frekvenci (kura tomēr vēl atrodas augstfrekvences rajonā) nekā maksimāli iespējamo uztveramā signāla frekvenci, pastiprinājums ir ļoti efektīvs un parazitiskās saites vienkārši novēršamas.

Aplūkojuši superheterodīna principu un galvenās priekšrocības, tālāk pievērsīsimies tiem līdzekļiem, ar kādiem superheterodīna principu realizē.

FREKVENCES PĀRVEIDOTĀJI AR DIVĀM LAMPĀM

Frekvences pārveidošana pamatojas uz interferences sitienu parādību, kuru fizikālā būtība ir novērojama daudzos veidos, pētot gaismas, akustikas un mehāniskas parādības (interference, dubultots svārstis).

Kad divas periodiskas svārstības pārklājas, rezultējošā svārstība satur frekvences komponenti, kas vienāda ar abu svārstību frekvenču starpību. Tā, uzklājot vienu otrai divas strāvas ar frekvencēm f_1 un f_2 , mēs iegūstam rezultējošo strāvu, kuras amplitūda mainās ar frekvenci $f_1 - f_2$ (sk. 91. zīm.). Tā ir sitienu frekvence, un to var izdalīt frekvences pārveidotājā (jaucējā).

Šādā veidā izdarītā frekvences pārveidošana neietekmē zemfrekvences modulācijas formu gadījumā, ja viena no strāvas komponentēm ir modulēta. Ja no antenas nākošai modulētai augstfrekvences strāvai mēs uzklātu citas frekvences strāvu no vietēja oscilatora, tad pēc frekvences pārveidošanas varēs iegūt frekvenci, kas vienāda ar antenas strāvas un vietējā oscilatora frekvenču starpību. Pie tam rezultējošai strāvai uzklāts tas pats zemfrekvences signāls, kāds bija antenā inducētajai strāvai.

Vietējais oscilators (heterodīns) ieslēgts pašā radiouztvērēja shēmā. Tā svārstības var uzklāties no antenas nākošām svārstībām. To saasniedz, izveidojot saiti starp antenas un vietējā oscilatora svārstību kontūriem. Tā vismaz bija iekārtots pirmajos radiouztvērējos ar frekvences pārveidošanu (sk. 93. zīm.). Bet šādam paņēmienam ir nopietns trūkums: saites dēļ vietējais oscilators var «ievilkties» līdz antenas kontūra svārstībām, t. i., tas sāk ģenerēt svārstības nevis savā «personīgā», bet gan uztveramo signālu frekvencē. Tādā gadījumā abas frekvenču komponentes ir vienādas un rezultējošā frekvence (kas vienāda ar to starpību), protams, vienāda ar nulli, kas ir pilnīgā pretrunā ar superheterodīna principu. Šādu gadījumu sauc par svārstību līdzvilkšanos.

Lai to novērstu, saiti starp ieejas (antenas) un vietējā oscilatora svārstību kontūru likvidē ar ekrāniem un atsaistīšanas ķēdēm, bet svārstības vienu uz otras uzklāj radiolampā ar diviem stūrējošiem tīkliņiem, katru svārstību pievadot savam tīkliņam. Šādas lampas, ko sauc par jaucēj-lampām vai vienkārši jaucējiem, anodstrāvu vienlaicīgi stūrē antenas augstfrekvences un vietējā oscilatora spriegums. Tātad noris svārstību uzklāšanas process, un, tā kā lampa detektē, tās anodstrāva satur vajadzīgo rezultējošo starpfrekvences strāvu (sk. 94. zīm.).

KOMBINĒTĀS OSCILATORA-JAUCĒJA LAMPAS

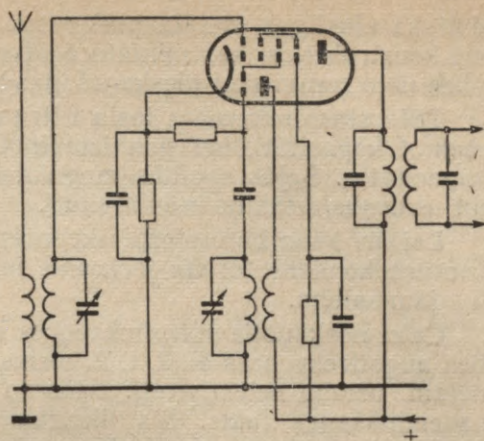
Viena un tā pati radiolampa var izpildīt vietējā oscilatora un jaucēja funkcijas. Šim nolūkam bez oscilatora tīkliņa lampā vēl jāiekārto papildu anods, kura strāva caur atgriezeniskās saites spoli tiktu izmantota svārstību ierosināšanai. Par šādu radiolampu varētu noderēt dubulttriode, kuras pirmā triode būtu vietējais oscilators, bet otrā — jaucējs.

Taču starpelektrodu kapacitātes šādā lampā ir pietiekamas, lai radītu parazitiskās saites starp kontūriem, kas varētu izraisīt līdzvilkšanos. Tā-

pēc otro stūrējošo tikliņu (jau-
cēja daļā) aptver ar diviem ek-
ranējošiem tikliņiem, kuriem
pievada diezgan lielus spriegu-
mus. Rezultātā iegūst septiņu
elektrodu radiolampu vai hep-
todi. Lai novērstu sekundāro
elektronu emisiju no anoda,
starp anoda un otro ekrāntik-
liņu novieto aizsargtikliņu
(bremztikliņu). Šai gadījumā
elektrodu skaits pieaug līdz as-
toņiem. Šādu radiolampu sauc
par oktodi.

Abu funkciju (oscilatora un
jaucēja) veikšanai, kas nepie-
ciešamas frekvences pārveidoša-
nai, var izmantot arī citas me-
todes un citus lampu tipus. Tā
radiolampā var atrasties divas
atsevišķas elektrodu sistēmas

ar kopēju katodu. Pirmo izmanto vietējo svārstību ģenerēšanai, bet otro —
frekvenču pārveidošanai. Tāda lampa ir, piemēram, triode-
heksode (150. zīm.), kur triode darbojas kā vietējais oscilators, bet heksode (lampa
ar sešiem elektrodiem) — kā jaucējs. Jāatzīmē, ka oscilatora svārstības
tiek pievadītas heksodes trešajam tikliņam pa visīsāko ceļu, kas atrodas
lampas balonā.



150. zīm. Frekvences pārveidošana ar triodi-
heksodi.

STARPFREKVENCES PASTIPRINĀŠANA

Vietējo oscilatoru vienmēr noskaņo tā, lai uztveramā signāla un osci-
latora frekvenču starpība būtu vienāda noteiktai starpfrekvencei. Pašlaik
šis lielums ir standartizēts un pieņemts par 465 kHz. Kaut arī šī frek-
vence ir augstāka par garo viļņu raidītāju frekvencēm, tā ir zemāka par
vidējo un galvenokārt īso viļņu frekvencēm, bet, kā atceramies, tieši šiem
abiem diapazoniem frekvenču pazemināšana ir sevišķi lietderīga.

Starpfrekvences pastiprinātājs parasti sastāv no vienas, retāk no di-
vām pakāpēm, kurās tiek izmantotas pentodes. Kā starppakāpju saiti vis-
biežāk izmanto joslu filtrus (t. i., augstfrekvences transformatorus ar
starpfrekvencē noskaņotu primāro un sekundāro tinumu). Ja ir viena starp-
frekvences pastiprinātāja pakāpe, tad ir četri noskaņoti kontūri: divi, kuri
veido joslu filtru frekvenču pārveidotāja izejā, un divi, kas veido joslu
filtru — saiti starp pastiprinātāju un detektoru (jo pēc starpfrekvences
pastiprinātāja signālu detektē un tālāk pastiprina zemfrekvences pakāpē).

Nav grūti saprast, ka šie četri noskaņotie kontūri ļoti efektīvi uzlabo
selektivitāti un visai neērta būtu to noskaņošana, ja tie atrastos augst-
frekvences pastiprinātājā. Taču šai gadījumā tie starpfrekvencei jānoskaņo
tikai vienu vienīgu reizi, un, ja ir pietiekama stabilitāte, tie turpmāk nav
vairs jāpieskaņo.

Starpfrekvences joslu filtri parasti ir izveidoti kā divas spolītes ar mag-
netodielektriķa serdeņiem. Noskaņošanu izdara ar maziem pieskaņošanas
kondensatoriem (trimmeriem). Kādā no konstrukcijām kondensators izvei-
dots kā vizlas plāksnīte, kas no abām pusēm nosudrabota (vizla ir izolators,
sudrabs — abi klājumi). Nokasot sudraba kārtiņu, kapacitāti var sama-
zināt līdz vajadzīgajam lielumam. Citi pieskaņošanas kondensatori izvei-

doti kā elastīgas metāla plāksnītes, kuru izliekumu regulē ar skrūvi. Ir arī konstrukcijas, kas miniatūrā atveido maiņkondensatorus. Pēdējā laikā plaši lieto keramiskos pieskaņošanas kondensatorus.

Taču starpfrekvences joslu filtru noskaņošanu visbiežāk veic, nevis izmainot kapacitāti, bet gan izmainot spolišu induktivitāti pie pastāvīgas kapacitātes. Šajās spolitēs magnētiskie serdeņi ir pārvietojami, pārvietojot serdeņus, izmaina induktivitāti.

Lai arī kāda būtu starpfrekvences joslu filtru konstrukcija, tie kopā ar kontūra kondensatoriem jāekranē, lai izvairītos no parazitiskajām induktīvajām saitēm.

Četri noskaņotie starpfrekvences kontūri (neskaitot tos, kuri var atrasties augstfrekvences daļā, t. i., pirms frekvences pārveidotāja), kā jau minējām, uzlabo selektivitāti. Taču to pašu nodrošina arī pats frekvences pazemināšanas fakts. Šīs diezgan vienkāršās parādības izskaidrojums neiekļaujas mūsu paskaidrojumu rāmjos. Jāmin pats fakts, kas izskaidro superheterodīnu radiouztvērēju teicamo selektivitāti.

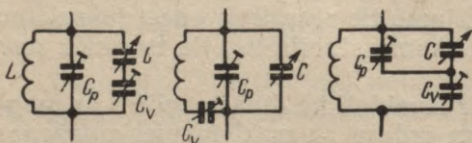
SAJŪGTĀ NOSKAŅOŠANĀS

Superheterodīns mums tomēr izvirza lielu problēmu: kā izveidot augstfrekvences kontūru sajūgtu noskaņošanu ar vienu regulēšanas pogu. Tiešā slēguma radiouztvērējā sajūgtu noskaņošanu veic relatīvi vienkārši: visus kontūrus, kas sastāv no identiskām induktivitātes spolēm, noskaņo ar tikpat daudz identiskiem maiņkondensatoriem, kuriem kopēja rotācijas ass, ko var grozīt ar vienu pogu. Nelielās novirzes (ko, piemēram, izraisa parazitiskā kapacitāte starp vadītājiem) kompensē ar mazas kapacitātes pieskaņošanas kondensatoriem, kurus ieslēdz paralēli svārstību kontūriem.

Bet superheterodīnam noskaņošanas sajūgšanas problēma kļūst daudz sarežģītāka. Šeit jānoskaņo augstfrekvences kontūrs un oscilatora kontūrs uz divām atšķirīgām frekvencēm, saglabājot starp tām visā diapazonā pastāvīgu starpību, kas vienāda ar starpfrekvenci. Tā, piemēram, radiouztvērējā, kam starpfrekvence ir 465 kHz, oscilatora frekvencei jābūt 465 kHz augstākai (vai zemākai) par augstfrekvences noskaņojamā kontūra frekvenci. Un tā tam jābūt uz visiem diapazoniem un visos maiņkondensatora stāvokļos! Tā kā maiņkondensatoriem, kurus ieslēdz abos kontūros, ir vienāda kapacitāte, lai izveidotu frekvenču starpību, protams, augstfrekvences un oscilatora kontūros jāizmanto spoles ar dažādu induktivitāti.

Par nelaimi, šī starpība visos maiņkondensatora stāvokļos nepaliek pastāvīga. Un tomēr, lai to saglabātu pastāvīgu, izmanto triku, kas atkarībā no maiņkondensatora stāvokļa nodrošina svārstību kontūra noskaņošanās rakstura izmaiņšanos. Šim nolūkam paralēli maiņkondensatoram C ieslēdz nelielu pieskaņošanās kondensatoru C_p — trimmeri, bet maiņkondensatoram virknē ieslēdz citu trimmeri ar lielāku kapacitāti — C_v , ko sauc par sajūgšanas kondensatoru. Šos kondensatorus ieslēdz pēc viena no 151. zīmējumā parādītajiem trim paņēmieniem.

Atceroties kondensatoru paralēlo un virknes slēgumu likumus, saprātīsim, ka kondensators C_p palielina kondensatora C kapacitāti, bet virknē slēgtais sajūgšanas kondensators C_v samazina C kapacitāti.



151. zīm. Trīs pieskaņošanas un sajūgšanas kondensatoru slēguma veidi, lai oscilatora svārstību kontūru pielāgotu sajūgtai noskaņošanai.

Taču katrs no šiem kondensatoriem iedarbojas uz noskaņojumu lielākā vai mazākā mērā atkarībā no maiņkondensatora C kustīgo plašu stāvokļa. Patiešām, kad kondensatoram C ir minimāla kapacitāte, paralēlā pieskaņošanas kondensatora kapacitāte, kaut arī tā nav liela salīdzinājumā ar C , ir ievērojama. Turklāt sajūgšanas kondensatora ietekme praktiski ir minimāla, jo, būdams ieslēgts virknē ar kondensatora C nelielo kapacitāti, tas var šā kondensatora kapacitāti vēl samazināt. Tāpēc maiņkondensatora rotora sākuļa stāvoklī (t. i., dotā diapazona visaugstākajām frekvencēm vai visīsākajiem viļņiem) frekvences korekcijā galvenā loma ir paralēlam pieskaņošanas kondensatoram.

Pavisam kas cits notiek maiņkondensatora rotora otrā galējā stāvoklī, kad kapacitāte ir maksimāla. Šai gadījumā nelielo paralēlo pieskaņošanas kondensatoru var vienkārši neievērot. Taču sajūgšanas kondensators, samazinot maiņkondensatora C kapacitāti, dod ievērojamu efektu.

Tādējādi, izraugoties pieskaņošanas kondensatora kapacitāti pie minimālās maiņkondensatora kapacitātes, bet sajūgšanas kapacitāti pie maksimālās maiņkondensatora kapacitātes, izdodas iegūt vajadzīgo kapacitātes izmaiņas raksturu, grozot maiņkondensatora kustīgās plāksnītes. Tāpēc vietējā oscilatora maiņkondensatoru var nostiprināt uz vienas ass ar ieejas kontūra maiņkondensatoru.

Protams, katram diapazonam nepieciešami savi pieskaņošanas un sajūgšanas kondensatori. Tos visus noskaņo radiouztvērēja regulēšanas procesā. Šai operācijā tāpat jāpanāk, lai katra raidstacija «ieņemtu» vietu, kas tai norādīta uz skalas.

Modernos radiouztvērējos kā sajūgšanas kondensatorus bieži izmanto pastāvīgos kondensatorus, bet pieregulēšanu izdara ar spoļu serdeniem.

PASKAIDROJUMI PAR SEPTIŅPADSMITO SARUNU

SPOGUĻFREKVENCES

Ja superheterodīna starpfrekvence ir F , bet vietējais oscilators noskaņots uz f frekvenci, tad radiouztvērējs var no daudzajiem antenā inducētajiem radioviļņiem uztvert divus: vienu, kuram frekvence ir $f+F$, un otru, kam frekvence ir $f-F$.

Patiešām, starpība starp katru šo frekvenci un oscilatora frekvenci ir F , bet uz to ir noskaņots starpfrekvences pastiprinātājs: $(f+F) - f = f - (f-F) = F$.

Tā, piemēram, ar superheterodīna radiouztvērēju, kam starpfrekvence ir 50 kHz un oscilators ir noskaņots 750 kHz, var uztvert kā pārraidī 800 kHz frekvencē (tāpēc ka $800 - 750 = 50$), tā arī 700 kHz frekvencē (tāpēc ka $750 - 700 = 50$). Ja ieejas kontūra selektivitāte ir nepietiekama, lai nomāktu vienu no šīm frekvencēm, tad vienlaicīgi dzirdēsīm abus raidītājus.

Lai izvairītos no šiem t. s. spoguļfrekvences traucējumiem, antenas ķēdē izmanto selektīvus kontūrus. Šim nolūkam var izmantot arī iepriekšēju augstfrekvences pastiprinātāju. Antenas strāva, pirms tā nokļūst jaucējā, tiek pastiprināta un filtrēta. To veic ne tikai antenas kontūrs, bet arī kontūrs (vai joslu filtrs), kas atrodas starp augstfrekvences pastiprinātāju un jaucēju.

Var arī izveidot ļoti selektīvu antenas kontūru. Kā to izdarīt, redzēsīm vēlāk, kad aplūkosim joslu filtrus.

PAAUGSTINĀTA STARPFREKVENCE

Spoguļfrekvenču radītos traucējumus radikāli novērš, izmantojot starpfrekvences pastiprinātājus, kas noskaņoti uz samērā augstām frekvencēm, kā, piemēram, uz mūsdienās pieņemto standarta starpfrekvenci — 465 kHz. Jāatzīmē, ka starpība starp spoguļfrekvencēm ir vienlīdzīga dubultotai starpfrekvences vērtībai: $(f+F) - (f-F) = 2F$.

Sai piemērā spoguļfrekvences bija 800 un 700 kHz. To starpība tieši arī ir dubultota starpfrekvence.

Pieņemot par starpfrekvenci augstāku frekvenci, mēs spoguļfrekvences atbīdām vienu no otras tik tālu, ka praktiski tās nomākt var ar parastu radiouztvērēja ieejas kontūru. Tā, piemēram, izmantojot 465 kHz starpfrekvenci, starpība starp spoguļfrekvencēm ir 930 kHz. Līdz ar to nevēlamā pārraide ir pēc frekvences tik tālu no uztveramās, ka var tikt spēcīgi vājināta. Bet vēl svarīgāk ir tas, ka vidējo un garo viļņu diapazonā šī 930 kHz lielā attāluma pietiek, lai spoguļfrekvence izietu no dotā diapazona robežām, kur varbūtība uztvert jaudīgu raidītāju ir daudzkārt mazāka.

ELEKTRODINAMISKAIS SKAĻRUNIS

Pārejot pie skaļruņa apskates, atzīmēsim, ka tagad elektromagnētiskos skaļruņus lieto ļoti reti: tos iemontē tikai dažos pārnēsājamajos baterijas vai vispār ļoti lētos uztvērējos. Visplašāk tiek izmantoti elektrodinamiskie skaļruņi ar priekšmagnetizāciju vai ar pastāvīgo magnētu no kobalta alumīnija tērauda.¹

Elektrodinamiskā skaļruņa jutību galvenokārt nosaka magnētiskā lauka intensitāte, kurā atrodas kustīgā spolīte — t. s. skaņas spolīte. Šo intensitāti palielina, līdz minimumam samazinot spraugu (attālums starp magnēta poliem). Tāpēc kustīgai spolītei, kas pārvietojas ļoti nelielā spraugā, ļoti precīzi jāietur kustības virziens, lai tā nepieskartos magnētam, kas radītu berzi, t. i., skaņas kropļojumus. Skaņas spolīti tai stāvoklī, kuru tai jāieņem, fiksē vai centrē figūrveida detaļa no elastīga materiāla. Tās viena daļa tiek nostiprināta pie difuzora tai vietā, kur tas savienojas ar skaņas spogulīti, bet otra — pie skaļruņa korpusa. Šī detaļa, ko sauc par centrēšanas gredzenu, sava elastīguma dēļ netraucē difuzora normālās kustības, taču visu kustīgo sistēmu pasargā no nobīdišanās uz sāniem.

Skaņas spolītei ir daži desmiti vijumu, kas uztīti vienā vai divās kārtās.

Difuzoru parasti izgatavo no papīra masas. Pēc tam to piesūcina ar speciālu sastāvu, kas pasargā no mitruma. Difuzors pēc formas ir konusa veida. Tā biezums samazinās no virsotnes uz pamatni. Difuzora malas, lai būtu lielāka kustības brīvība, izveido viļņainas. Difuzora ārējo apmali pielīmē pie skaļruņa metāla korpusa. Transformatoru, kas salāgo radio-uztvērēja izejas lampu ar skaņas spolīti, bieži nostiprina turpat uz skaļruņa korpusa. Transformatora primārajam tinumam bieži ir viduspunkts, kuram prettakts shēmas gadījumā pieslēdz anodsprieguma pozitīvo polu.

KVALITATIVA ATSKAŅOJUMA NOSACIJUMI

Skaļrunis jāpiestiprina pie samērā liela izmēra daļa, kurā izgriezts caurums, kas atbilst difuzora diametram. Sāds daļis izpilda akustiskā ekrāna lomu, jo neļauj savstarpēji mijiedarboties skaņu viļņiem, kurus

¹ Mūsdienīgu skaļruņos arvien plašāk lieto ferītu pastāvīgos magnētus. (Red. piez.)

izstaro difuzora priekšpuse (ieliektā daļa), ar skaņu viļņiem, ko izstaro difuzora mugurpuse (izliektā daļa). Šāda «akustiskā īsslēguma» rezultātā pazūd zemie toņi un vājinās vidējie reģistri. Palielinot «mugurpuses» viļņu ceļu, saglabā augstu skaņas atskaņojuma kvalitāti.

Ja šāda akustiskā ekrāna nav, tā funkcijas veic radiouztvērēja kaste. Bet tai jābūt pietiekami lielai un masīvai. Par nelaimi, šie noteikumi netiek ievēroti, jo pārāk bieži aizmirst radiouztvērēja kastes akustisko nozīmi.

Viens elektrodinamiskais skaļrunis nevar labi atskaņot visu skaņu frekvenču gammu. Skaļruni ar neliela diametra difuzoru (un tāpēc ar samērā vieglu difuzoru) labāk atskaņo augstās, bet skaļruni ar lielu difuzoru — zemās skaņu frekvences. Tāpēc dažos radiouztvērējos uzstāda divus skaļrunus: vienu — zemām un vidējām, otru — augstām frekvencēm. Ar kondensatoru un induktivitāšu ķēdēm skaņu frekvences sadala, lai katram skaļrunim pievadītu frekvences, kuras tas labāk atskaņo.

PASKAIDROJUMI PAR ASTOŅPADSMITO SARUNU

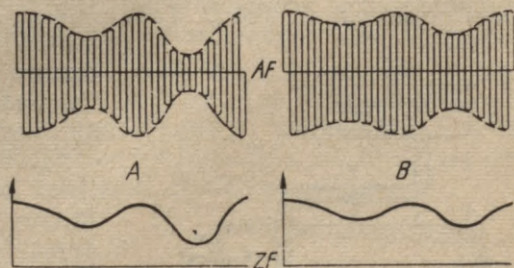
AUTOMĀTISKĀ PASTIPRINĀJUMA REGULĒŠANA

Dziļāk pētot radiouztvērēja skaļuma regulēšanas problēmu, izrādās, ka tā ir sarežģītāka, nekā tas liekas no pirmā acu uzmetiena. Nepieciešams, lai klausītājs pēc vēlēšanās varētu noregulēt un stabili uzturēt skaņējuma vidējo līmeni. Taču radioviļņu inducētais spriegums radiouztvērēja antenā ir nepastāvīgs, un tāpēc iegūt stabili atskaņojuma stiprumu ir grūti. Uz tveramā signāla stipruma ievērojamo izmaiņu cēlonis bieži ir pāmirusi (t. s. fedingi), ko izraisa vienkāršā vai vairākkārtējā radioviļņu atstarošanās atmosfēras augšējos slāņos. Bez tam radiouztvērējam transporta līdzeklī (piemēram, automašīnā) uztveramo signālu intensitāte var izmainīties metāla masu dēļ, kuras veido ekrānu vai atstarotāju. Tā, piemēram, braucot zem metāla tilta vai starp dzelzsbetona ēkām, uztveramais signāls ievērojami pavājinās.

Ierīci, kas samazina radiouztvērējā pāmirusu radīto efektu, sauc par automātisko pastiprinājuma regulatoru (APR).

Ideālam regulatoram vajadzētu automātiski iegūt vienādu skaļumu, uztverot jebkuru raidstaciju. Praktiski taču APR var uzturēt vienādu skaļumu visām uztvertām pārraidēm, tikai ar noteikumu, ka visiem raidītājiem ir viens un tas pats modulācijas dziļums.

152. zīmējumā parādītas divas modulētas augstfrekvences svārstības ar vienādu maksimālo amplitūdu. Bet svārstības A ir ar zemfrekvenci nomodulētas stiprāk nekā svārstības B, un tāpēc pēc detektēšanas svārstības ar dziļāku modulāciju dos lielāku zemfrekvences strāvu, kā tas parādīts zīmējuma apakšējā daļā.



152. zīm. Svārstības A modulācijas dziļums ir lielāks nekā svārstības B. Zīmējuma apakšējā daļā parādītas detektētās strāvas.

NEPIECIEŠAMĪBA SKAĻUMU REGULĒT AR ROKU (PARASTĀ REGULĒŠANA)

Visu APR sistēmu darbība aprobežojas ar to, ka tās uztur vienādu augstfrekvences sprieguma līmeni, ko pievada detektoram. Bet, kā iepriekš bija parādīts, tas nenodrošina vienu un to pašu skaļumu visām pārraidēm. Diezgan bieži gadās, ka lielā attālumā esošs raidītājs, kas strādā ar dziļu modulāciju, uztvērējā radīs stiprāku skaņu nekā vietējais raidītājs, kuram izmantota seklāka modulācija.

Galvenais APR uzdevums ir tas, lai dotā pārraide būtu dzirdama vienmērīgā skaļuma līmenī visu uztveršanas laiku. Tāpēc APR nekādā gadījumā neizslēdz nepieciešamību skaļumu regulēt ar roku, jo tā var regulēt vēlamo skaļumu, lai kāds arī būtu modulācijas dziļums. Tā kā skaļuma regulēšana nedrīkst ietekmēt spriegumu detektora ieejā, uz kuru iedarbojas automātiskais pastiprinājuma regulators, tai jāatrodas radio-uztvērēja zemfrekvences daļā. Parasti to veic ar potenciometru, kas ieslēgts zemfrekvences pastiprinātāja saites ķēdē, regulējot ar to spriegumu uz lampas stūrējošo tīkliņu. Bieži šādu potenciometru ieslēdz kā detektora slodzi. Tas dod iespēju noņemt vēlamo detektētā zemfrekvences sprieguma daļu.

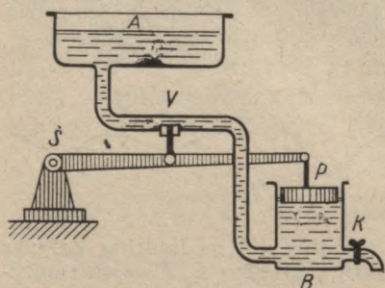
HIDRAULISKĀ ANALOĢIJA

Tagad, kad esam konstatējuši automātiskās pastiprinājuma regulēšanas sistēmas darbības robežas, varam izpētīt tās darbības principu. Šai regulatorā izmanto spriegumu, ko rada detektētās strāvas vidējā vērtība, lai iedarbotos uz radiolampu (kuras atrodas pirms detektora) stūrējošiem tīkliņiem tādā veidā, ka, signālam pieaugot, pastiprinājums samazinātos.

Ļoti vienkārša hidrauliska analogija mums palīdzēs izprast šī formulējuma jēgu. Signālu intensitāti radiouztvērēja ieejā rādā šķidruma līmenis traukā *A* (153. zīm.). Šķidruma līmenis traukā *B* atbilst detektoram pievadītajam spriegumam. Zīmējumā redzama caurule, kas savieno abus traukus, un krāns *K*, caur kuru šķidrums var no trauka *B* iztecēt. Ja iekārta sastāvētu tikai no aprakstītajiem elementiem, tad līmeņa izmaiņas traukā *A* izraisītu atbilstošas līmeņa izmaiņas traukā *B* (pamirums jeb fedings). Bet ierīcei paredzēts regulators, kam jāuztur šķidruma līmenis traukā *B* nemainīgs. Tas sastāv no pludiņa *P*, kas cieši saistīts ar šarnīra *S* sviru, kurai piestiprināts vārstulis (korķis) *V*. Kad traukā *A* līmenis ceļas, tas pats notiek arī traukā *B*. Taču pludiņš *P*, ceļoties uz augšu, paceļ arī vārstuli *V*, tāpēc pieplūstošā šķidruma daudzums samazinās un līmenis traukā *B* tūlīt pazeminās. Saprotams, ka praktiski šķidruma līmenis traukā *B* neizmainās.

Tieši tāpēc radiouztvērējā ar automātisko pastiprinājuma regulēšanu signāla intensitātes palielināšanās ieejā izraisa vidējās detektētās strāvas palielināšanos. Šī strāva uz pretestības rada sprieguma kritumu, ko pievada kā nobīdi pirms detektora esošo radiolampu stūrējošiem tīkliņiem, un samazina to pastiprinājumu.

Beigu beigās mūs interesē šķidruma pieplūšanas ātrums vai, ja runājam par radio, rezultējošais skaņas stiprums. Hid-



153. zīm. Hidrauliska iekārta — automātiskās pastiprinājuma regulēšanas analogs.

raulikā šķidrums pieplūšana atkarīga ne tikai no līmeņa, bet arī no paša šķidrums, pirmām kārtām no tā īpatnējā svara. Ja ir tikai viens šķidrums, tad šķidrums daudzums, ko laiž cauri sekundē krāns K , paliks nemainīgs, lai kāds arī būtu līmenis traukā A . Taču, ja izmantosim gan dzīvsudrabu, gan augu eļļu, šo šķidrums pieplūšanas ātrums nebūs vienāds. Tieši tad sākam izmantot krānu K , kas beigu beigās arī nosaka šķidrums izlietojumu.

Bet turpināsim mūsu sarunu par radio: uzmanīgs lasītājs acīmredzot jau nojautīs, ka šķidrums veids atbilst modulācijas dziļumam, bet krāns K atbilst skaņas stipruma parastai (rokas) regulēšanai, ko veic radiouztvērēja zemfrekvences daļā.

Atzīmēsim arī, ka ar hidraulisko regulatoru var samazināt šķidrums pietecēšanas ātrums, tādējādi neļaujot celties līmenim traukā B . Ja kaut kāda iemesla dēļ līmenis traukā A kļūst pārāk zems, tad līmenis traukā B tāpat samazināsies un regulators šo krišanos nevarēs kompensēt. Tieši tāda parādība vērojama radiouztvērējā. Automātiskā pastiprinājums regulēšana tikai lielākā vai mazākā mērā samazina radiouztvērēja jutību.

Tādējādi automātiskais pastiprinājums regulators veic «nonivelēšanu pēc viszemākā līmeņa». To var izlietot tikai radiouztvērējos ar pietiekamu pastiprinājums rezervi.

Jāpasvītro, ka spriegums, ko pastiprināmie signāli rada detektora izejā, tieši izmanto automātiskai pastiprinājums regulēšanai. Šim spriegumam jāpaliek pastāvīgam. Tiklīdz parādās šī spriegums palielināšanās vai samazināšanās tendence, tas iedarbojas uz iepriekšējām radiolampām, izmainot to pastiprinājums un līdz ar to kompensējot signāla izmaiņas antenā.

RADIOLAMPAS AR MAINĀMU STĀVUMU

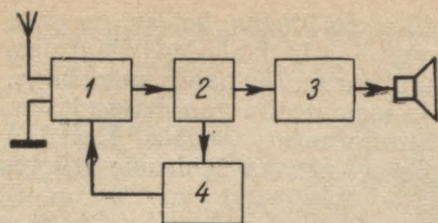
Radiolampām pirms detektora pastiprinājums izmaina, izmainot stāvums. Tas, kā to jau redzējām, aplūkojot radiolampu raksturliknes, ir nemainīgs tikai raksturliknes lineārajā daļā. Tiklīdz nobīde sasniedz raksturliknes apakšējo izliekums, stāvums samazinās un beigu beigās var līdzināties nullei (kad pie lielas nobīdes anodstrāva izzūd).

Visām radiolampām, kuras aptver APR sistēma, ir īpatnējas raksturliknes — tās ir lampas ar maināmu stāvums. Atkarībā no nobīdes spriegums izmaiņām stāvums tām pakāpeniski izmainās. Raksturliknei nav asu izliekums, un visos tās iecirkņos nelielu liknes nogriezni var pielīdzināt taisnei. Tādējādi, lai kur arī darba punkts atrastos, kropļojumi, ko rada nelinearitāte, ir niecīgi, ja tiklīdz spriegums amplitūdas ir mazas.

Jo lielāka absolūtā vērtība ir negatīvajai nobīdei, jo mazāks ir stāvums un tāpat arī mazāks lampas pastiprinājums. Tā, izmainot zināmās robežās radiolampai ar maināmu stāvums negatīvo nobīdi, mēs varam izmainīt tās pastiprinājums no maksimālās vērtības līdz tik niecīgam lielums, ka tas drīzāk būs vājinājums nekā pastiprinājums.

APR DARBĪBA

Regulēt pastiprinājums pirms detektora, t. i., regulēt jutību, varētu arī ar roku, piemēram, regulējot radiolampas tīkliņa vai, kas ir tas pats, katoda potenciālu ar potenciometru. Automātiskai regulēšanai nepieciešamo nobīdes spriegums noņem no detektora. Patiešām, zemfrekvences sprie-



154. zīm. Radiouztvērēja blokshēma (ar APR sistēmu).

1 — augstfrekvences pastiprinātājs; 2 — detektors; 3 — zemfrekvences pastiprinātājs; 4 — APR ķēde.

anodsprieguma negatīvo polu. APR spriegums pie šīs nobīdes summējas, radot palielinātu nobīdi, kas lielākā vai mazākā mērā vājina katras lampas pastiprinājumu.

Kad fedinga dēļ antenā uztverto signālu intensitāte samazinās, krit arī detektētais spriegums punktā X. Rezultātā papildu nobīde samazinās un radiolampu pastiprinājums palielinās, tādējādi kompensējot fedinga efektu.

LAIKA KONSTANTE

Automātiskā pastiprinājuma regulēšana nolīdzina skaļuma izmaiņas. Runa, protams, nav par to, lai visas skaņas kļūtu vienlīdz stipras, tā atņemot mūzikai visas tās nianšes. Tieši otrādi, kontrastam starp pianisimo un fortisimo pēc iespējas jā saglabājas. Jā uztur vienādā līmenī tikai vidējais skaļums. Šā mērķa sasniegšanai jā rīkojas tā, lai APR nedarbotos, ja ir īslaicīgas signāla intensitātes izmaiņas (piemēram, ja ir skaļi akordi). Straujās signāla intensitātes izmaiņas neitralizē ar speciālu ķēdi, piemēram, ar pretestību R_1 un kondensatoru C_1 (107. zīm.). Šī ķēde sprieguma mainīgās komponentes novada uz kādu punktu ar pastāvīgu potenciālu (piemēram, uz anodsprieguma mīnusu), un tai ir liela laika konstante.

Laika konstanti izsaka sekundēs, un tā skaitliski vienāda ar R (omos) un C (farados) reizinājumu. Tā, piemēram, $500\,000\ \Omega$ pretestība un $0,1\ \mu\text{F}$ (vai $0,0000001\ \text{F}$) kondensatoram ir laika konstante $500\,000 \cdot 0,0000001 = 0,05\ \text{sek.}$ (vai $1/20\ \text{sek.}$). Tātad visas izmaiņas, kas īslaicīgākas par $1/20\ \text{sek.}$, šī ķēde cauri neizlaidīs. Radiouztvērēja reproducētās skaņas frekvences ir augstākas par $20\ \text{Hz}$, t. i., to ilgums ir mazāks par $1/20\ \text{sek.}$, taču fedinga parādības ar retiem izņēmumiem izpaužas daudz lēnāk. Tāpēc pat vismazāko frekvenču izraisītās momentānās sprieguma izmaiņas neietekmēs pastiprinājumu līdz detektoram. Taču signāls sprieguma izmaiņas, ko rada fedings, šādai laika konstantes ķēdei izies cauri un radiolampu pastiprinājums atbilstoši izmainīsies.

APR AR AIZTURI

Patlaban detektēšanai izmanto galvenokārt dubultdiodes ar kopēju katodu. Tādējādi izdodas sadalīt detektēšanas un automātiskās pastiprinājuma regulēšanas funkcijas. Kā parādīts 108. zīmējumā, augšējā diode pilda detektora funkcijas, taču apakšējai diodei augstfrekvences spriegumu pievada caur mazas kapacitātes kondensatoru C_1 . Detektētās strāvas radīto sprieguma kritumu uz pretestības R_1 izmanto kā APR spriegumu. Un tomēr dubultdiodes izmantošana šādā veidā nedod būtiskas priekšrocības.

Tāpēc parasti to izmanto tā saucamajā *APR* sistēmā ar aizturi. Tā sauc automātisku regulēšanas sistēmu, kura sāk darboties tikai tad, ja uztverto signālu intensitāte pārsniedz zināmu minimālu lielumu. Kāpēc lieto *APR* ar aizturi?

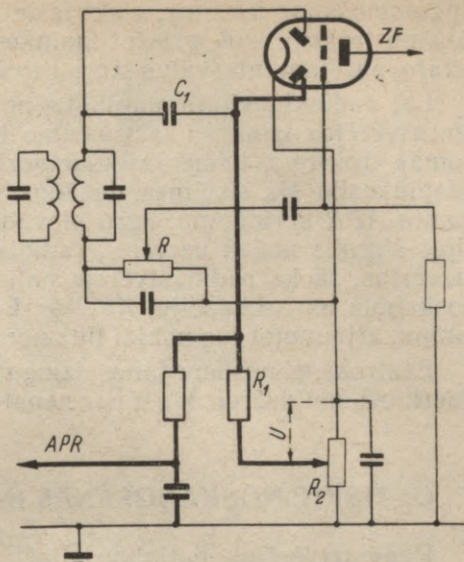
Parastā *APR*, kuru tikko aplūkojam, sāk darboties, kad antenā parādās vismazākais signāls. Vārdi «sāk darboties» nozīmē — «pazemina radiouztvērēja jutību». Taču, uztverot vājus signālus, tieši tas nemaz nav vajadzīgs.

Lai netraucētu tālu vai vāju raidītāju uztveršanu, vajadzīgs, lai regulators ieslēgtos tikai tad, kad signāls pārsniedzis noteiktu līmeni. Mēs aizturam vai bloķējam regulatora darbību, lai tas sāktu reaģēt tikai uz signāliem, kuru detektorā radītais spriegums pārsniedz zināmu doto spriegumu, ko sauc par aiztures spriegumu. Tāds ir *APR* sistēmas (ar aizturi) darbības princips.

To iekārtot ir ļoti vienkārši (155. zīm.). Lai *APR* spriegums rastos tikai tiem signāliem, kuri pārsniedz zināmu intensitāti, apakšējās diodes (*APR* detektora) anodam pievada attiecībā pret katodu negatīvu spriegumu. Šo nobīdi iegūst no sprieguma krituma, kas rodas, kombinētās radiolampas triodes sekcijas anodstrāvai plūstot cauri pretestībai R_2 . Tā ieslēgta starp katodu un anodsprieguma mīnusu. Starp katodu un izvēlēto šīs pretestības punktu izveidojas spriegums U , kas *APR* detektora anodu padara negatīvu attiecībā pret katodu. Tā rezultātā signāli, kas uz *APR* diodes rada mazāku spriegumu par U , nespēs diodē ne radīt strāvu, ne sprieguma kritumu uz pretestības R_1 . Diodē vadīs strāvu, un regulējošais spriegums izveidosies tikai tai gadījumā, ja signāls spriegums uz diodes pārsniegs aiztures spriegumu U .

Tādējādi, saglabājot maksimālo jutību pie vājiem signāliem, *APR* sāk darboties tikai pie spēcīgākiem signāliem.

No 155. zīmējuma redzams, ka augšējā diode, kas veic detektēšanu zemfrekvences izdalīšanai, nav atkarīga no aiztures sprieguma, jo tās slodze — pretestība R savienota tieši ar katodu. Shēmā šo pretestību aizvieto potenciometrs, ar kuru var regulēt skaņas stiprumu.



155. zīm. *APR* ar aizturi. Ķēdes galvenā daļa apzīmēta ar treknu līniju. Spriegums U izveido aizturi.

BEZTROKŠŅA NOSKAŅOŠANĀS

Kad radiouztvērējs, kuram ir *APR*, nav noskaņots ne uz vienu raidītāju, tā jutība ir maksimāla. Pie tam tas ar maksimālu skaļumu uztver visus elektromagnētiskos starojumus, ko rada atmosfēras elektrība (atmosfēriskie traucējumi) un neskaitāmās rūpnieciskās, sadzīves un medicīniskās elektroiekārtas un instrumenti (industriālie traucējumi, ko rada dzinēji, generatori, izslēdzēji un sevišķi kolektoru motoru dzirksteļošana,

apgaismošanas iekārtas, elektriskie zvani utt.). Sie trokšņi rada ļoti nepatīkamu troksni, kad, griežot maiņkondensatora pogu, meklējot vēlamo raidītāju, pārejam intervālus starp raidītājiem.

Lai radioklausītāju paglābtu no šīm satraucošām skaņām, dažos radiouztvērējos izmanto tā saucamo beztrokšņa noskaņošanās sistēmu, kas nomāc trokšņus, kamēr radiouztvērējs uz raidstaciju nav noskaņots. Šeit neaplūkosi šīs sistēmas dažādos shēmas variantus. To lielākā daļa izmanto APR spriegumu, kuru pievada zemfrekvences pakāpēm. Ja raidstacijas signāls netiek uztverts, radiolampas ar lielu nobīdes spriegumu tiek aizvērtas, tā ka radiouztvērējs paliek «mēms». Bet, kad radiouztvērējs ir noskaņots uz raidstaciju, APR spriegums, kas rodas, atver zemfrekvences lampu, atjaunojot tās nobīdi līdz normālajam līmenim.

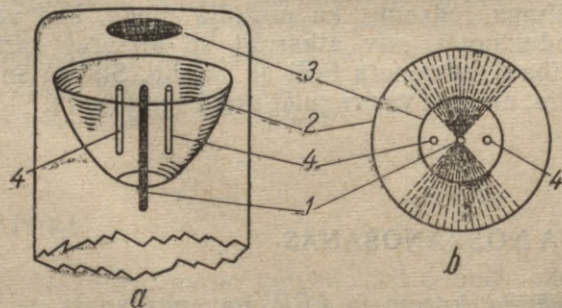
Beztrokšņa noskaņošanās izmanto reti, jo tā ne vienmēr darbojas apmierinoši, bet dažreiz kļūst par nepatīkamu kroplojumu cēloni.

OPTISKIE NOSKAŅOŠANĀS INDIKATORI

Radiouztvērējos patlaban plaši lieto optiskus (vizuālos) noskaņošanās indikatorus. Ar tiem noskaņo radiouztvērēju vēlamai raidstacijai, skaļuma regulatoru atstājot minimālā stāvoklī. Radiouztvērēju noskaņo bez nepatīkamā trokšņa ar optisko indikatoru un pēc tam regulē skaļumu. Pastāv divi optiskās noskaņošanās indikatoru veidi. Viens no tiem ir parastais miliampērmetrs, ko ieslēdz to radiolampu anodķēdē, kurām pievada APR spriegumu. Tā kā, precīzi noskaņojoties uz raidstaciju, APR spriegums ir maksimālais, tad arī radiolampas nobīdes spriegums ir vislielākais, bet anodstrāva — vismazākā. Precīzo noskaņošanās veic pēc minimālās miliampērmetra strāvas.

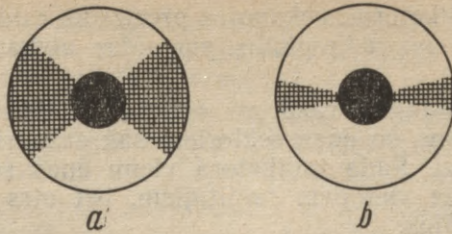
Otra, daudz izplatītāka indikatoru grupa pamatojas uz elektronu spēju radīt spīdēšanu. Šajos indikatoros (156. zīm.) ir katods 1, kas emitē elektronus, un anods 2, kuram ir kausa forma un kuram pievada noteiktu pozitīvu potenciālu. Iekšējā anoda virsma noklāta ar katodluminiscējošas vielas slānīti, kas sāk spīdēt, elektroniem atduroties pret šo slāni. Novērotājs, kas aplūko optisko indikatoru («magisko aci»), no augšas redz vienmērīgi zaigojošu anoda virsmu. Melnais ekrāns 3 aizklāj novērotāja skatam sakarsēto katodu.

Elektronu ceļā novietoti viens vai vairāki stūrējošie elektrodi 4. Adatveidīgajiem elektrodiem pievada dažādu attiecībā pret anodu negatīvu



156. zīm. Optiska noskaņošanās indikatora augšējās daļas uzbūve.

a — skats no sāniem; *b* — skats no augšas; 1 — katods; 2 — luminiscējošais anods; 3 — necaurspīdīgs aizsargs; 4 — stūrējošais (novirzes) elektrods.

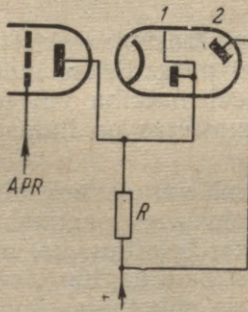


157. zīm. Optiskā noskaņošanās indikatora ēnas sektori.

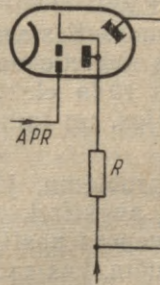
a — radiouztvērējs nav noskaņots uz raidītāju;
b — precīza noskaņošanās.

potenciālu. Tāpēc, atgrūžot elektrodus, tie dažādā mērā noliec (izmaina) elektronu trajektorijas. Tādējādi katrs stūrējošais elektrods uz anoda izveido lielāku vai mazāku ēnas sektoru atkarībā no negatīvā potenciāla lieluma. Ja indikatorā ir divi stūrējošie elektrodi, kuru negatīvais potenciāls attiecībā pret anodu ir ļoti liels, tad radioklausītājs redz divus ēnas sektorus (157. zīm. *a*). Taču, ja stūrējošo elektrodu un anoda potenciāli ir gandrīz vienādi, redzamas šauras ēnu josliņas (157. zīm. *b*).

Var noprast, ka spriegumu uz stūrējošiem elektrodiem pievada no *APR* sistēmas. Šo spriegumu vispirms pastiprina ar triodi (158. zīm.). Stūrējošiem elektrodiem pievadāmo spriegumu noņem no anodslodzes *R*. Noskaņojoties precīzi uz raidstaciju, *APR* spriegums ir visnegatīvākais. Tādā gadījumā triodes anodstrāva ir vismazākā. Uz anodslodzes *R* tātad gandrīz nav sprieguma krituma, un stūrējošā elektroda potenciāls ir gandrīz vienlīdzīgs katodluminiscentā «kausa» (anoda) potenciālam. Ēnas sektori sašaurinās, kas liecina, ka noskaņošanās ir precīza. Triode pastiprinātāja un noskaņošanās indikatora elementi tiek iemontēti vienā stikla balonā, kā tas parādīts 159. zīmējumā, kur attēlota 158. zīmējumam ekvivalenta shēma. Anodpretestība *R* ir 1—2 MΩ.



158. zīm. Triodes pastiprinātais *APR* spriegums starp noskaņošanās indikatora elektrodiem 1 un 2 rada nepieciešamo potenciālu starpību.



159. zīm. Optiskā noskaņošanās indikatora praktiskā shēma. Abas 158. zīmējumā attēlotās elektrodu sistēmas apvienotas kombinētā radiolampā.

Tā ar optisko indikatoru noskaņojas precīzi uz raidstaciju. Precīza noskaņošanās ir viens no nekropļotas pārraides atskaņojuma priekšnoteikumiem.

Piemetināsim, ka tagad ražo arī optiskos dubultindikatorus, kuriem jutība ir dažāda: viens no ēnas sektoriem sāk sašaurināties jau no relatīvi vājiem signāliem. Šādā indikatorā vienu ēnas sektoru izmanto, lai precīzi noskaņotos uz vietējiem raidītājiem, bet otrs atvieglo šo rīcību, uztverot vājus raidītājus.

PASKAIDROJUMI PAR DEVIŅPADSMITO SARUNU

DAŽĀDI KROPĻOJUMU VEIDI

Jau vairākus gadus radioinženieri cenšas sasniegt visskaidrāko atskaņojumu. Saprotams, ka ideāls atrisinājums šeit būtu tikai tad, ja skaļruņa skanējums būtu pilnīgi identisks tam skanējumam, kas «iedarbojas» uz mikrofonu radiofona studijā. Kaut arī šis ideālais atrisinājums nav nemaz realizējams, zinātnieki arvien vairāk tam tuvojas, pētījumu gaitā izslēdzot aizvien citus kropļojumu avotus. Ja salīdzinātu mūsdienu labāko radiouztvērēju atskaņošanas (reproducēšanas) kvalitāti ar to, ko pirms 20 gadiem uzskatīja par labu atskaņojumu, tad jāsaka, ka sasniegts liels progress.

Var būt dažāda rakstura kropļojumi. Izšķir lineāros (jeb frekvences) kropļojumus, kas izpaužas nevienmērīgā dažādu skaņas frekvenču atskaņojumā. Tā, piemēram, gandrīz visos vidējas kvalitātes radiouztvērējos zemās un augstās skaņu frekvences attiecībā pret vidējo reģistru ir vājinātas.

Bez tam lasītājs jau zina, ka ir arī nelineārie (jeb amplitūdas) kropļojumi, kurus rada radiolampu raksturliķņu izliekumi (nelinearitāte). Tie vienlaicīgi ietekmē gan svārstību amplitūdu attiecību, gan arī svārstību formu. Šo kropļojumu rezultātā parādās svārstības ar jaunām frekvencēm, kādu sākotnējā pārraidē nemaz nav bijis.

Beidzot, var rasties arī citi traucējumi un trokšņi: elektriskā tīkla fons, kas izveidojas nepietiekamas filtrācijas vai parazītiskas inducēšanās dēļ; trokšņi, kurus rada elektronu emisijas nevienmērība vai termiskā fluktuācija vadītājos, un tam vēl nāk klāt atmosfēras un industriālie traucējumi.

Pētot šo problēmu, jāsecina: kropļojumi var rasties visos uztvērēja elementos — augstfrekvences un starpfrekvences pastiprinātājā, detektorā, zemfrekvences pastiprinātājā. Var tikai brīnīties, ka, neraugoties uz tūkstoš briesmām, kas radiopārraides svārstībām uzglūn visās radiotrakta šūnās, izdodas gandrīz pilnīgi saglabāt tās sākotnējo skanējuma tīrību.

SĀNU JOSLAS

Kropļojumi augstfrekvences pastiprinātājos (ieskaitot starpfrekvences pastiprinātājus superheterodīnos) var rasties arī tad, ja svārstību kontūri ir ar pārāk mazu rimšanu (t. i., tiem t. s. labuma faktors ir par lielu. — *Tulk. piez.*). Mūsu sarunās mēs līdz šim uzskatījām, ka antenā uztvertām

augstfrekvences svārstībām ir tikai viena frekvence, nedziestošu svārstību frekvence, kas ir «nesējs» zemfrekvences svārstībām. Taču šāds uzskats ir pārāk vienkāršots un tas neatbilst īstenībai.

Ja augstfrekvences f svārstības modulē ar zemfrekvences F svārstībām, tad šis process zināmā mērā kļūst līdzīgs frekvences pārveidošanai, kas notiek superheterodīnā. Taču šeit ir arī būtiskas atšķirības.

Rezultējošā strāvā pēc detektēšanas ir arī komponente ar frekvenci $f - F$. Bet, ja nesējstrāvu ar frekvenci f modulējam ar zemfrekvences F svārstībām, abās pusēs frekvencei f izveidojam divas komponentes ar frekvenci $f - F$ un $f + F$, kas attiecībā pret frekvenci f ir simetriskas. Šīs frekvences sauc par sānu frekvencēm.

Pārraidot runu vai mūziku, mums ir darīšana ne tikai ar vienu svārstību F , bet ar svārstībām visā zemfrekvences joslā, kas sniedzas līdz 10 000 vai 16 000 Hz. Tādējādi ap nesējfrekvenci f izveidojas divas sānu joslas, kas aizņem visu frekvenču intervālu no $f - F$ līdz $f + F$ ar joslas platumu $2F$.

Piemēra vietā norādīsim, ka, darbojoties 1 MHz frekvencē (viļņu garums 300 m), modulējot nesēju ar visām skaņas frekvencēm pat līdz 10 000 Hz, intervālā (frekvenču «kanālā») 20 kHz parādīsies visas frekvences, sākot no 0,99 līdz 1,01 MHz.

ATSKAŅOJUMA KVALITĀTE UN SELEKTIVITĀTE

Katras raidstacijas nesējfrekvencei no tuvākā kaimiņa nesējfrekvences jāatšķiras ne mazāk kā par $2F$ — tikai tad būs novērsta sānu joslu interference (savstarpēja pārklāšanās). Minētajā piemērā pēc frekvences vistuvākie kaimiņu raidītāji drīkst atrasties 0,98 un 1,02 MHz frekvencēs. Sānu joslas otram raidītājam aizņems frekvenču kanālu no 1,01 līdz 1,03 MHz.

Lai varētu radiofonijai atvēlētajā frekvenču intervālā izvietot lielu raidītāju skaitu, starptautiskā konvencija katra raidītāja aizņemto frekvenču kanālu (abas sānu joslas ar nesēju) ierobežoja līdz 9 kHz. Šādos apstākļos augstākās modulācijas frekvences nedrīkst pārsniegt 4,5 kHz.¹ Šie ierobežojumi radiofoniju no atskaņojuma kvalitātes viedokļa padara trūcīgāku salīdzinājumā ar skaņas ierakstiem vai kinoskaņas pavadījumu, kur šādus ierobežojumus nepazīst un kur var atskaņot visaugstākās skaņu frekvences.

Par laimi, īsajos un īt sevišķi ultraītajos viļņos šie ierobežojumi nav spēkā. Lūk, kāpēc televīzijas skaņas pavadījuma kvalitāte ultraītajos viļņos ir labāka nekā pārraides kvalitāte vidējos un garajos viļņos.

Bet, arī saglabājot tikai 4,5 kHz frekvenču joslu, var sasniegt pilnīgi apmierinošu atskaņojuma kvalitāti, ja tikai pats radiouztvērējs nenogriež augstās skaņu frekvences. Un tomēr tieši šeit izpaužas pārāk selektīvo (t. i., ar pārāk mazu rimšanu) svārstību kontūru īpašības. Laižot cauri tikai šauru frekvenču joslu, šādi svārstību kontūri vājina un nomāc visas pārējās modulējošās frekvences.

Protams, nekas nav tik vienkārši kā paplašināt kontūra caurlaides joslu (t. i., samazināt selektivitāti). Šim nolūkam jāpalielina kontūra rimšana, pieslēdzot paralēli kontūram pretestību. Tad zudumus noteiks šai pretestībā plūstošā strāva. Bet šai gadījumā samazināsim uztvērēja

¹ Vidējo un garo viļņu raidītāju nesējfrekvences tagad tiek modulētas pat ar 10 000 Hz frekvences svārstībām. (Tulk. piez.)

jutību, taču selektivitāte izrādīsies nepietiekama, lai vienlaicīgi neuzvertu blakus raidītājus, kas darbojas tuvās frekvencēs (blakus kanālos).

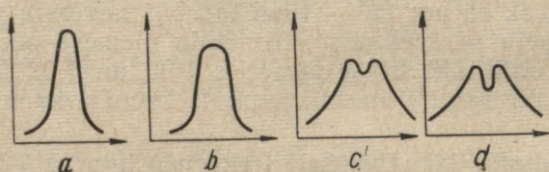
Šī dilemma ir vēl redzamāka, ja pēta svārstību kontūru rezonanses līknes: šīs līknes rāda, kā mainās svārstību kontūrā cirkulējošās strāvas intensitāte atkarībā no frekvences. Strāvas maksimums atbilst rezonanses frekvencei.

Uzklājot šīs līknes taisnstūrim, ko veido frekvenču kanāls (nesējfrekvence ar sānu joslām), mēs redzam, ka svārstību kontūram ar lielu rimšanu (sk. 111. zīm.) rezonanses līkne ir daudz platāka nekā mūs interesējošais frekvenču kanāls (sk. arī 112. zīm.). Tāpēc kontūrs laiž cauri arī blakus frekvences. Taču kontūrs ar pārāk mazu rimšanu nogriezīs (vājinās) arī sānu joslas augstākās frekvences.

Dilemmu atrisināt izdodas tikai ar vairākkontūru sistēmām un joslu filtriem, kuru rezonanses līknes tuvojas taisnstūrim 9 kHz intervālā (frekvenču kanālam), ārpus kura rezonanses līkne strauji krīt un tāpēc blakus frekvences netiek pastiprinātas.

JOSLU FILTRI

Joslu filtrs sastāv no diviem savstarpēji saistītiem svārstību kontūriem. Atkarībā no saites stipruma (vāja, mērena, stipra un ļoti stipra) rezonanses līkne var būt dažāda, kā tas parādīts 160. zīmējumā. Rezonanses



160. zīm. Divi saistīti svārstību kontūri (joslu filtri) atkarībā no saites stipruma dod dažādas rezonanses līknes.

a — vāja saite; *b* — vidēja saite; *c* — stipra saite;
d — ļoti stipra saite.

līknei iekritums («divkūkumu» līkne) raksturo tā saucamo kritisko saiti, kas ir stipras saites paveids. Tikai tad, ja saite ir tuvu kritiskajai, joslu filtra rezonanses līknei ir forma, kas apmierina kā labākās selektivitātes, tā arī labākās atskaņojuma kvalitātes noteikumus.

Divus svārstību kontūrus var savstarpēji saistīt inductīvi (uz šāda principa pamatojas starpfrekvences transformatori — joslu filtri), kapacitatīvi un kombinēti: inductīvi-kapacitatīvi. Tāpat kontūrus var saistīt ar kopēju pretestību (kapacitatīvu, inductīvu vai inductīvi kapacitatīvu, sk. 116. zīm.).

Joslu filtrus izmanto gan kā antenu kontūrus, gan kā saites elementus starp radiolampām augstfrekvences un starpfrekvences pastiprinātos.

MAINĀMA SELEKTIVITĀTE

Caurlaides joslas platums ir atkarīgs no saites stipruma. Regulējot saiti, mēs pēc vēlēšanās varam izmainīt frekvenču joslas platumu, ko laiž cauri joslu filtrs. Tādā veidā realizē maināmu selektivitāti, kas dod iespēju pielāgoties uztveršanai visdažādākajos apstākļos.

Lai klausītos tālu esoša raidītāja pārraidi, ko traucē spēcīgs raidītājs, izvēlas maksimālo selektivitāti, upurējot atskaņojuma kvalitāti. Gadījumos, kad uztver vietējo vai ļoti spēcīgu raidstaciju, augsta selektivitāte nav vajadzīga. Tad, palielinot saiti, sasniedz viskvalitatīvāko pārraides atskaņojumu.

KROPĻOJUMI ZEMFREKVENCES ĶĒDĒS

Kropļojumi, kas rodas radiouztvērēja zemfrekvences ķēdēs, galvenokārt pieskaitāmi nelineāro kropļojumu kategorijai, kuru cēlonis ir radiolampu raksturliķņu nelinearitāte. Zināms izliekums piemīt pat tai raksturliķnes daļai, kuru līdz šim pirmā tuvinājumā uzskatījām par lineāru. Kamēr mēs runājam par nelielu maiņspriegumu pastiprināšanu, mums bija pietiekams pamats uzskatīt šo raksturliķnes rajonu par lineāru. Bet zemfrekvences pastiprinātājos un jo sevišķi gala lampās tiek pastiprināti relatīvi lielas amplitūdas maiņspriegumi, tāpēc arī raksturliķnes izliekums izraisa šeit ievērojamus anodstrāvas kropļojumus.

Analīze rāda, ka anodstrāvas formas izmaiņas rada harmoniskas svārstības (t. i., svārstības ar 2—3 reizes augstāku frekvenci nekā pamatfrekvence) skaņu frekvenču diapazonā. Šīs harmoniskās svārstības (jeb harmonikas) izmaina skanējuma tembru, kā arī izkropļo atskaņoto pārraidi.

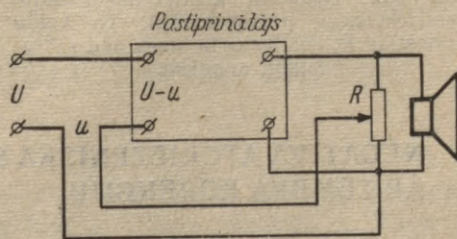
NEGATĪVĀ ATGRIEZENISKĀ SAITE

Cīņa ar šiem kropļojumiem tiek veikta pēc principa «ķīli izsit ar ķīli». Lai novērstu vai vismaz vājinātu kropļojumus zemfrekvences pastiprinātājā, tajā ievada kropļojumus, kas ekvivalenti tiem kropļojumiem, ko pats pastiprinātājs rada, taču ar pretēju zīmi, lai kropļojumi savstarpēji kompensētos.

Bet kur ņemt kropļojumus, kas identiski paša pastiprinātāja radītajiem kropļojumiem? Visvienkāršākais un drošākais paņēmieni šeit ir šāds: noņem tos pastiprinātāja izejā un ievada ieejā, tikai pretējā polaritātē attiecībā pret spriegumu, kas tos izraisa pastiprināšanas procesā.

Tagad mums jāparunā par negatīvās atgriezeniskās saites (jeb atpakaļsaites) principu.

Ideāls risinājums būtu noņemt izejā tikai kropļojumiem atbilstošo spriegumu. Bet to, protams, nav iespējams atdalīt no visa pastiprinātā signāla sprieguma. Tāpēc izejā noņem noteiktu kopējā sprieguma daļu, ko pievada pastiprinātāja ieejai pretējā polaritātē salīdzinājumā ar pastiprināmo (ieejas) spriegumu U (161. zīm.).



161. zīm. Negatīvās atgriezeniskās saites principiālā shēma. Nepieciešamo izejas sprieguma daļu noņem ar potenciometru R .

Kas šai gadījumā notiek?

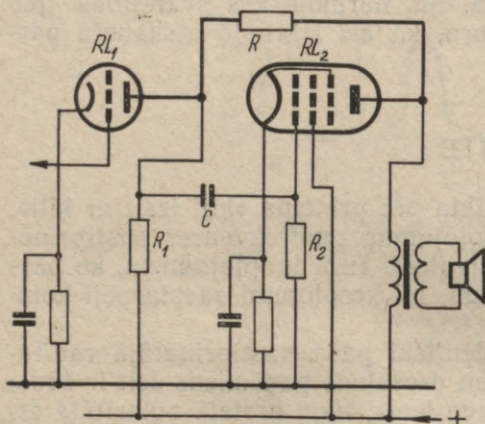
Tā kā ieejas spriegumam U un atgriezeniskās saites spriegumam u ir savstarpēji pretēja polaritāte, tad u no tā jāatskaita, un rezultātā patiesais ieejas spriegums samazinās līdz lielumam $U-u$. Taču tas nav tik bīstami, jo šo samazināšanos var kompensēt ar papildu pastiprinājumu citos mezglos. Svarīgi ir tas, ka spriegumā $U-u$ slēpjas kropļojumi, kas nebija spriegumā U un kas ir pretējā polaritātē kropļojumiem, kuri izveidojas pašā pastiprinātājā. Rezultātā kropļojumi pastiprinātāja izejā stipri samazinās.

Tā kā izejas spriegums U samazinās līdz vērtībai $U-u$, negatīvā atgriezeniskā saite zināmā mērā samazina pastiprinājumu. Tāpēc vēlams to lietot tikai pastiprinātājos ar pietiekamu pastiprinājuma rezervi, lai izejas radiolampa spētu dot vajadzīgo izejas jaudu neatkarīgi no pastiprinājuma samazināšanās.

NEGATĪVĀ ATGRIEZENISKĀ SAITE IZEJAS RADIOLAMPAS ĶĒDĒS

Tā kā kropļojumi galvenokārt izveidojas izejas lampā, bieži negatīvo atgriezenisko saiti lieto tikai šīs lampas ķēdēs. Visvienkāršākais paņēmieni (162. zīm.) ir izejas radiolampas RL_2 anodu savienot caur lielu ($1-2\text{ M}\Omega$) pretestību R ar priekšpastiprinātāja radiolampas RL_1 anodu. Šeit izejas transformatora primārā tinuma mainīgā sprieguma daļa caur kondensatoru C nonāk atpakaļ uz izejas lampas stūrējošo tīkliņu.

Jāatzīmē, ka, tāpat kā 161. zīmējumā attēlotajā shēmā, izejas sprieguma sadali, lai to pievadītu lampas tīkliņam, veic ar dalītāju, kas līdzīgs potenciometram. 162. zīmējuma shēmā šo potenciometru izveido pretestība R (viens plecs) un trīs citas paralēli saslēgtas pretestības (otrs plecs) — radiolampas RL_1 iekšējā pretestība R_1 , kā arī pretestības R_1 un R_2 (katra no šīm pretestībām vienā galā pieslēgta RL_1 anodam, bet otrā — anodsprieguma avota plusam vai mīnusam, kas maiņstrāvai ir ekvivalenti). Tā kā paralēli saslēgto pretestību R_1 , R_1 , R_2 kopējā pretestība ir maza salīdzinājumā ar R , tad iznāk, ka RL_2 tīkliņam tiek pievadītaniecīga daļa izejas sprieguma.



162. zīm. Negatīvā atgriezeniskā saite zemfrekvences pastiprinātājā. To veido pretestība R , kas ieslēgta starp abu radiolampu anodiem.

NEGATĪVĀ ATGRIEZENISKĀ SAITE AR TEMBRA KOREKCIJU

Ja ar negatīvo atgriezenisko saiti jāaptver divas radiolampas, tad spriegumu labāk ņemt no izejas transformatora sekundārā tinuma, kas spriegumu pazemina. So spriegumu pievada pretestībai R_1 ($10-20\ \Omega$), kas ieslēgta pirmās radiolampas katodā virknē ar nobīdes pretestību

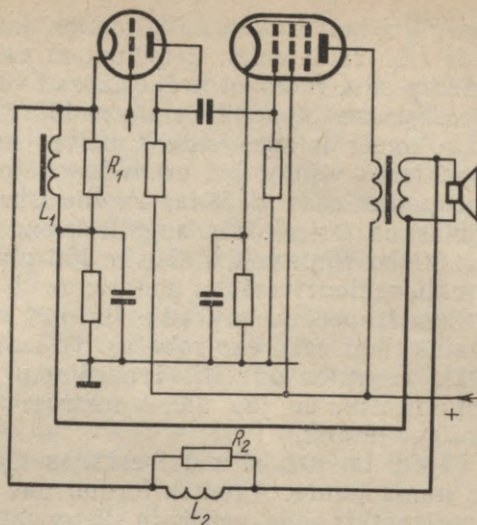
(163. zīm.). Tādējādi atgriezeniskās saites ķēdē kā stūrējošais elektrodos darbojas katods.

Dažreiz šādu ķēdi vienlaicīgi izmanto, lai uzlabotu zemo un augsto skaņu frekvenču pastiprināšanu, kas parasti attiecībā pret vidējām frekvencēm tiek vājinātas. Lai labāk pastiprinātu (izceltu) zemās un augstās frekvences, jāsamazina atgriezeniskās saites spriegums šajās frekvencēs. Tad atgriezeniskās saites radītais pastiprinājuma kritums būs mazāk izteikts zemākām un augstākām frekvencēm. Tāpēc tās tiks pastiprinātas stiprāk nekā vidējo frekvenču svārstības.

Šādu tembra korekciju realizē ar divām nelielām induktivitātes spolītēm: L_1 un L_2 . Pirmā spoliņa ieslēgta paralēli atgriezeniskās saites ķēdei. Tās induktīvā pretestība, tāpat arī atgriezeniskās saites spriegums uz pretestības R_1 , ir jo mazāka, jo zemāka frekvence. Tādējādi spoliņa L_1 koriģē zemākās skaņu frekvences. Virknē ieslēgtās spoliņa L_2 pretestība līdz ar frekvenci palielinās. Rezultātā augsto frekvenču spriegums uz pretestības R_1 pazeminās un negatīvā atgriezeniskā saite mazāk ietekmē šo frekvenču pastiprinājumu.

Šāda tembra korekcijas metode ar savu vienkāršību var likties kārdinoša, taču to var ieteikt tikai ar zināmiem ierobežojumiem. Noteiktās frekvencēs samazinot atgriezeniskās saites lielumu, nav jāaizmirst, ka galvenais atgriezeniskās saites uzdevums ir samazināt kropļojumus. Tāpēc frekvences, kuras negatīvā atgriezeniskā saite mazāk vājinās, tiks arī vairāk kropļotas. Un, ja tam nav pārāk lielas nozīmes augstākajām frekvencēm (jo to harmoniskajām svārstībām ir pietiekami augsta frekvence, tāpēc šos kropļojumus nevar sadzirdēt), tad zemo frekvenču rajonā tas var izrādīties ļoti nepatīkami.

Un, tā kā pastāv daudzas citas tembra korekcijas metodes, kas nav saistītas ar negatīvās atgriezeniskās saites ķēdēm, tad labāk izmantot tās, nekā riskēt izraisīt nepatīkamus kropļojumus citu kropļojumu likvidēšanas procesā, kuri dažkārt ir pat mazāk bīstami.



163. zīm. Negatīvā atgriezeniskā saite zemfrekvences pastiprinātājā ar tembra korekciju.

R_1 — $10 \div 20 \Omega$; R_2 — 500Ω ; L_1 — 25 mH ;
 L_2 — 15 mH .

PASKAIDROJUMI PAR DIVDESMIT TREŠO SARUNU

ANTENA

Šai pēdējā sarunā Zinis un Nezinis ar kopīgiem spēkiem uzzīmēja radiouztvērēja shēmu, kas visās detaļās bija rūpīgi pārdomāta. Taču tie pavisam noklusēja par antenas uzbūvi.

Šāda aizmāršība ir pilnīgi attaisnojama. Mūsdienu radiouztvērējam — tieši tādu mūsu draugi grib montēt — ir tik augsta jutība, ka tas spēj darboties ar pieticīgāko antenu. Dažus metrus pie griestiem novilkta un

no naglām labi izolēta vada pietiek, lai varētu mērenā skaļumā klausīties daudz tālu raidstaciju. Zemējumam parasti izmanto ūdensvada caurules.

Starp citu, radiouztvērēju parasti var vispār neiezemēt, jo tam izveidojas pietiekama kapacitāte starp metāla šasiju un «zemi».

Un tomēr istabas antena uztver ne tikai raidstaciju radītos elektromagnētiskos viļņus, bet arī industriālos traucējumus. Kā jau teicām, šos traucējumus rada dažādas rūpnieciskas, medicīnas un sadzīves elektrotehniskās ierīces. Šīs augstfrekvences svārstības, kas izplatās elektromagnētisko viļņu veidā, aizņem ļoti plašu frekvenču joslu un tāpēc traucē normālu radiouztveršanu gandrīz uz visām frekvencēm.

Šiem traucējošiem «radioviļņiem» ir relatīvi neliela intensitāte, un tie izplatās tikai dažu ēku robežās. To izplatīšanos atvieglo elektriskais tīkls, metāla caurules un citi. Traucējumu intensitāte spēji samazinās namu jumtu līmenī, un jau dažus metrus virs jumta šie traucējumi praktiski vairs nav jūtami.

Tāpēc, lai uzlabotu uztveršanas apstākļus, labāk iekārtot ārā antenu virs nama jumta. Antenas formai nav būtiskas nozīmes: vai tā nostiepta kā horizontāls vads, vertikāla stieņa vai «groziņa» veidā.

Tālāk jāgādā, lai traucējumi neiekļūtu antenas pievadā, kas savieno antenu ar radiouztvērēju.

Šo problēmu var izdevīgi atrisināt, izmantojot ekranēšanu. Lietojot ekranētu antenas pievadu, antenas strāvas bez papildu traucējumiem sasniedz uztvērēju. Ekranēts antenas pievads ir vara vads, kas ievietots elastīgā metāla caurulītē (piemēram, metāla pinumā), kuras diametrs ir daudzkārt lielāks. Ekrāns jāiezemē.

Labi ierīkota antenas sistēma ir efektīvs līdzeklis cīņā pret industriāliem traucējumiem, taču tā nav pasargāta no atmosfēras elektrības parādībām, kuru iedarbība uz radiouztvērēju, ja tikai nav negaisa, par laimi, nav tik liela.

KAS BUS RĪT?

Šīs rindas stāsta par daudzām radio lietošanas iespējām, kas nekādā ziņā neaprobežojas tikai ar mūzikas, zinātniski populārās lekcijas un vairāk vai mazāk patīkamas informācijas pārraidēm, bet gan izpilda svarīgus uzdevumus, kā, piemēram, ziņo pareizo laiku, pārraida meteoroloģiskā biroja biļetenus utt. Ar katru dienu paplašinās radio izmantošanas iespējas. Ja vēl nesien radioviļņus izmantoja tikai Morzes signālu pārraidēm, bet pēc tam arī runai un mūzikai, tad šodien tie pārraida ēterā televīzijas attēlus.

Televīzijas tehnika ir Ziņa un Neziņa jauns sarunu priekšmets, kas izklāstīts citā grāmatā, ko var uzskatīt par šīs grāmatas turpinājumu.

Vai elektromagnētiskie viļņi, izplatoties laikā un telpā, rīt nekļūs par to «saites elementu», kas sekmēs sasniegt nesatricināmu solidaritāti un savstarpēju saprašanos starp zemeslodes tautām? Bet vai parīt mēs nenedibināsim sakarus ar citu planētu iedzīvotājiem? Un vai radiotehnika neveicinās visu tautu tuvināšanās ideju?

Novēlēsim, lai tas tā būtu ...

ELEKTRONIKA

Mūsdienās radio un televīzija ir tikai ļoti plašas tehnikas nozares daļas. Šo tehniku sauc par elektroniku, un tā aptver elektronu lampu pielietojumus visās cilvēka darbības jomās. Ar elektronu lampām var risināt visdažādākos uzdevumus.

Astronomija, bioloģija, fizika, visas gan zinātniskās, gan rūpnieciskās nozares izmanto elektronu iekārtas.

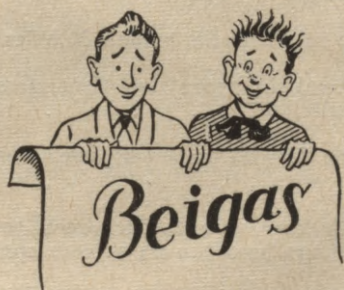
Šīs iekārtas paplašina mūsu sajūtu orgānu iespējas (tā, piemēram, elektronu mikroskops palīdz saskatīt vīrusus un atsevišķas molekulas, bet skaņas pastiprinātājs — dzirdēt visvājākās skaņas) un «pilnveido» tos tur, kur tieša uztvere nav iespējama (neredzamu starojumu detektēšana, elektrisko svārstību reproducēšana uz elektronu staru osciloskopiem).

Daudzas elektronu iekārtas mūs atbrīvo no vienvēidīgiem nogurdinošiem darbiem, automātiski vadot mašīnas vai izdarot sarežģītus aprēķinus.

Pēdējos gados visās elektronikas nozarēs parādījies jauns pastiprinātājs elements, pusvadītāja triode jeb tranzistors, papildinādams vai aizvieto-dams elektronu lampas. Tas ir ļoti interesants pusvadītāju pielietojums. Ap tranzistoru veidojas jauni tehnikas virzieni.

Ko var zināt, varbūt Žinis ar Nezini tuvākajā laikā aplūkos saistošās elektronikas problēmas un izpētīs tranzistorus jaunā sarunu sērijā...¹

¹ Sk. E. Aisberga grāmatu «Tranzistors?... Tas ir ļoti vienkārši!». Izdevniecība «Liesma», Rīgā, 1966.



SATURS

Priekšvārds	3
Kam domāta šī grāmata?	4
Kas nepieciešams, lai labāk apgūtu grāmatas vielu?	5
Darbojošās personas	6
Pirmā saruna. Elektroni un protoni. Strāva. Spriegums. Strāvas stiprums. Pretestība. Oma likums	7
Otrā saruna. Maiņstrāva. Magnētiskais lauks. Indukcija	12
Trešā saruna. Pašindukcija. Induktivitāte. Kapacitāte. Kondensatori	17
Ceturtdā saruna. Izlāde un uzlāde. Kapacitīvā pretestība. Reaktīvās pretestības	21
Piektā saruna. Fāzu nobīde. Rezonanse. Svārstību kontūrs	25
Sestā saruna. Noskaņošanās. Selektivitāte. Noskaņotais kontūrs	31
Septītā saruna. Elektronu (radio) lampas. Katods. Anods. Tikliņš. Diode. Triode. Radiolampu raksturlīkne	34
Astotā saruna. Raksturlīkņu saime. Darba punkts. Nobīdes spriegums	39
Devītā saruna. Mikrofons. Zemfrekvences strāva. Generators (oscilators). Radio-telegrāfijas raidītājs. Modulācija	43
Desmitā saruna. Detektēšana. Diodes un anoda detektēšana. Kristāliskais detektors	48
Vienpadsmitā saruna. Augstfrekvences un zemfrekvences pastiprināšana. Induktīvā (transformatora) saite. Anodbarošana un nobīdes spriegums	52
Divpadsmitā saruna. Pretestību, droseles un rezonanses pastiprinātāji. Tikliņa detektēšana. Saites pretestība	60
Trīspadsmitā saruna. Atgriezeniskā saite. Hārtlija shēma. Parazītiskās saites. Ekranēšana. Triode. Pentode	66
Cetpadsmitā saruna. Parazītiskā saite. Atsaistīšanas ķēdes. Bloks shēma un principiālā shēma. Radioviļņu diapazoni. Diapazonu pārslēgšana	73
Piecpadsmitā saruna. Barošana. Iztaisnošana. Divanodu kenotrons. Filtrācija. Kvēle. Nobīdes spriegums. Līdzstrāvas tīkls	79
Sešpadsmitā saruna. Traucējumi. Superheterodīna princips. Frekvences pārveidošanas shēma. Radiolampa ar diviem tikliņiem. Heksode. Heptode. Oktode	87
Septiņpadsmitā saruna. Uztveršana spoguļkanālā. Preselekcija. Superheterodīna shēma. Elektromagnētiskie un elektrodinamiskie skaļruņi	94
Astoņpadsmitā saruna. Pamirumi (fedings). Skaļruņa regulēšana. Radiolampas ar maināmu stāvumu. Automātiskā pastiprinājuma regulēšana (APR). Noskaņošanās indikators	99

Deviņpadsmitā saruna. Sānu joslas. Selektivitāte un atskaņojuma kvalitāte. Joslu filtri. Maināma selektivitāte	105
Divdesmitā saruna. Ultraīšie viļņi un to izplatīšanās. Frekvences modulācijas (FM) princips. FM raidītāja shēma	111
Divdesmit pirmā saruna. FM uztvērēji. Kaskodes shēma. Diskriminators. Attiecību detektors. Amplitūdas aprobežotājs	117
Divdesmit otrā saruna. Skaņu ieraksts skaņu platēs. Skaņas magnētiskās ierakstīšanas principi (ieraksts skaņu lentē) un skaņas atskaņošana	125
Divdesmit trešā — pēdējā saruna. Detalizēta superheterodīna shēma. Tās analīze. Pēdējie padomi	131
Paskaidrojumi par pirmo sarunu. Potenciāls, vadītāji un dielektriķi. Elektriskā strāva. Volts, ampērs, oms. Oma likums. Trīs Oma likuma veidi	134
Paskaidrojumi par otro sarunu. Maiņstrāva. Elektromagnētiskie viļņi. Magnētiskais lauks. Indukcija	136
Paskaidrojumi par trešo sarunu. Lenca likums. Pašindukcija. Induktivitāte. Kondensators. Kapacitāte	138
Paskaidrojumi par ceturto sarunu. Maiņstrāvas izplūšana caur kondensatoru. Kapacitatīvā pretestība. Fāzu nobīde. Pretestību slēgumi. Reaktīvo pretestību virknes slēgums. Pretestību paralēlais slēgums	140
Paskaidrojumi par piekto sarunu. Elektriskā rezonanse. Svārstībzlāde. Svārstību kontūra pretestība. Rezonanse induktivitātes-kapacitātes virknes un paralēlajam slēgumam	143
Paskaidrojumi par sesto sarunu. Tomsona formula. Selektivitāte. Kontūra noskaņošana	145
Paskaidrojumi par septīto sarunu. Radiolampas. No kā sastāv radiolampa? Katods un tā karsēšana. Diode. Triode. Stāvums. Pastiprināšanas koeficients. Iekšējā pretestība. Sakarība starp S , μ un R_1	147
Paskaidrojumi par astoto sarunu. Radiolampas tīkliņa raksturliknes. Radiolampas pārējās raksturliknes. S , μ un R_1 grafiska noteikšana. Radiolampas ieeja un izeja. Tīkliņa nobīde	150
Paskaidrojumi par deviņto sarunu. Mikrofons. Modulācija. Raidītājs	154
Paskaidrojumi par desmito sarunu. Telefona austiņas. Detektorī. Anoda detektēšana	156
Paskaidrojumi par vienpadsmito sarunu. Augstfrekvences un zemfrekvences pastiprināšana. Transformators. Induktīvā (transformatora) saite. Automātiskā nobīde. Komponentu sadalīšana. Zemfrekvences un augstfrekvences transformatori. Prettakts shēma	157
Paskaidrojumi par divpadsmito sarunu. Dažādi pastiprināšanas režīmi. Pretestības-kondensatora saite. Pretestību pastiprinātājs. Drosoles pastiprinātājs. Citas pastiprinātāju shēmas. Fāzes apvērseji. Saite ar diodi. Tīkliņa detektēšana. Zemfrekvences pakāpju skaits	161
Paskaidrojumi par trīspadsmito sarunu. Atgriezeniskā saite. Reģeneratīvais detektors. Parazitiskās saites. Ekranēšana. Tetrode. Sekundārā emisija. Pentode	166
Paskaidrojumi par četrpadsmito sarunu. Saite caur kopējo pretestību. Atsaistīšanas ķēdes. Atskaitīšanas ķēdes montāžā	170
Paskaidrojumi par piecpadsmito sarunu. Barošanas problēma. Barošana no maiņstrāvas tīkla. Filtrs. Elektrolītiskie kondensatori. Kvēldiegu karsēšana. Radiouztvērēja barošana no līdzstrāvas tīkla. Radiouztvērēji ar universālu barošanu	171

Paskaidrojumi par sešpadsmito sarunu. Tiešais slēgums. Superheterodīna princips. Frekvences pārveidotāji ar divām lampām. Kombinētās oscilatora-jaucēja lampas. Starpfrekvences pastiprināšana. Sajūgtā noskaņošanās	175
Paskaidrojumi par septiņpadsmito sarunu. Spoguļfrekvences. Paaugstināta starpfrekvence. Elektrodinamiskais skaļrunis. Kvalitatīva atskaņojuma nosacījumi	179
Paskaidrojumi par astoņpadsmito sarunu. Automātiskā pastiprinājuma regulēšana (<i>APR</i>). Nepieciešamība skaļumu regulēt ar roku. Hidrauliskā analogija. Radiolampas ar maināmu stāvumu. <i>APR</i> darbība. Laika konstante. <i>APR</i> ar aizturi. Beztrokšņa noskaņošanās. Optiskie noskaņošanās indikatori .	181
Paskaidrojumi par deviņpadsmito sarunu. Dažādi kropļojumu veidi. Sānu joslas. Atskaņojuma kvalitāte un selektivitāte. Joslu filtri. Maināma selektivitāte. Kropļojumi zemfrekvences ķēdēs. Negatīvā atgriezeniskā saite. Negatīvā atgriezeniskā saite izejas radiolampas ķēdēs. Negatīvā atgriezeniskā saite ar tembra korekciju	188
Paskaidrojumi par divdesmit trešo sarunu. Antena. Kas būs rīt? Elektronika .	193

E. Aisbergs

RADIO? ... TAS IR ĻOTI VIENKARŠI!

Tulkotājs A. Vitols. Vāku zīm. M. Akseľrods.

Redaktors G. Blankfelds. Māksl. red. A. Ļipins.

Tehn. redaktors L. Rudzītis. Korektore A. Dombure.

Nodota salikšanai 1968. g. 24. aprīlī. Parakstīta
iespiešanai 1968. g. 1. novembrī. Tipogrāfijas pa-
pīrs Nr. 2, formāts 70×108¹/₁₆. 12,5 fiz. iespiedl.;
17,5 uzsk. iespiedl.; 14,97 izdevn. l. Metiens 10000 eks.
Maksā 75 kap. Izdevniecība «Liesma» Rīgā, Pa-
domju bulv. 24. Izdevn. Nr. 21897/R-1609. Iespiesta
Latvijas PSR Ministru Padomes Preses komitejas
Poligrāfiskās rūpniecības pārvaldes 3. tipogrāfijā
Rīgā, Ļeņina ielā 137/139. Pasūt. Nr. 249.

6S2

Е. Айсберг

РАДИО?..

ЭТО ОЧЕНЬ ПРОСТО!

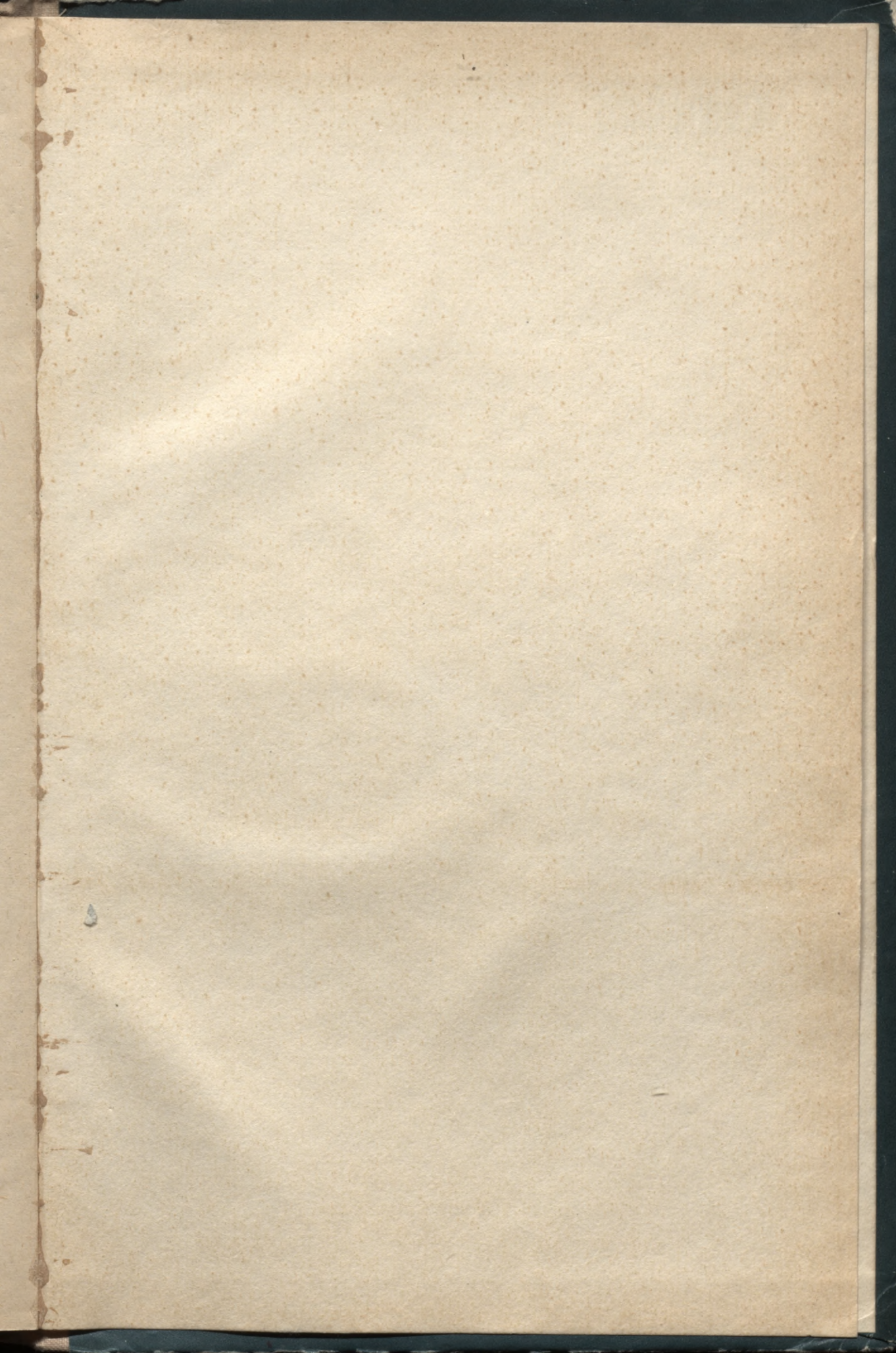
Издательство «Энергия»

Москва — 1967 — Ленинград

Издательство «Лиесма»

Рига 1968

На латышском языке



LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTĒKA



0308053812

75 kap.