O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA’LIM VAZIRLIGI
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA’LIMI MARKAZI

E.B.Mahmudov, V.Z.Zuparov, O.A.Xolmatov

RADIOALOQA, RADIOESHITTIRISH VA TELEVIDENIYE

Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma

G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent – 2007

32.884
M 32

Oliy va o‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi ilmiy-metodik birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash tomonidan nashrga tavsiya etilgan.

Taqrizchilar:

V.Mirahmedov –texnika fanlari nomzodi, dotsent,
Q.Abdusagatov – texnika fanlari nomzodi, dotsent.

Mahmudov E.B.

Radioaloqa, radioeshittirish va televideniye: Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘ll./ E.B. Mahmudov, M.Z.Zuparov, O.A.Xolmatov; O‘zR oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi, O‘rta maxsus, kasb-hunar ta’limi markazi.– T.: G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007. – 160 b.

I.Zuparov M.Z. II. Xolmatov O.A.

Ma’lumki, so‘nggi yillarda axborot texnologiyalari jadal sur’atlar bilan rivojlanib bormoqda. Ushbu “Radioaloqa, radioeshittirish va televideniye” fanidan tayyorlangan o‘quv qo‘llanmada ham radioaloqa asoslari, radioeshittirishning asosiy tamoyillari, tovush eshittirish tizimini shakllantirish, tizimdagi asosiy qurilmalar, televideniye asoslari, jumladan, oq-qora, rangli va raqamli televizion tizimi bo‘yicha asosiy ma’lumotlar keltirilgan.

Mazkur o‘quv qo‘llanma kasb-hunar kolleji talabalari bilan birga texnika sohasiga qiziquvchi keng kitobxonlar ommasiga mustaqil adabiyot sifatida ham xizmat qiladi.

ББК 32.884 я722
32.94 я722

M-Z-X $\frac{2303040501-16}{M\ 352\ (04)-2007}$ qat’iy buyurtma, 2007

© E.Mahmudov, M.Zuparov, O.Xolmatov, G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007-y.

ISBN 978-9943-03-019-0

SO‘ZBOSHI

Ma’lumki, so‘nggi yillarda sanoati rivojlangan mamlakatlarda axborot kommunikatsiyalar sohasida yangi texnologiyalarga o‘tish jarayoni jadal sur’atlar bilan kechmoqda. O‘zbekiston ham umummamlakat miqyosida axborot kommunikatsiyalar yo‘nalishlaridan biri, raqamli radioaloqa, radioeshittirish va televideniye tizimiga o‘tishdek g‘oyat muhim va katta ahamiyatga molik ishlar bo‘sag‘asida turibdi. Radioaloqa va teleradioeshittirishning yangi texnologiyalari XXI asr infokommunikatsiyasining eng zamonaviy sohalaridan hisoblanadi va barcha turdagi axborotlarni zamon talablariga to‘la javob beradigan holda tezkor shakllantirish, qayta ishlash, uzatish va qabul qilishni, saqlashni, jamiyatni yuksak saviyada axborotlashtirishni amalga oshiradigan ko‘p funksiyali videoaxborotlar tizimidir.

Jahondagi bir qator olimlar, ekspertlar va mutaxassislarning fikriga qaraganda, yaqin yillar ichida analog televizion tizim radioaloqa va teleradioeshittirishlarning yangi texnologiyalari jamiyatni axborotlashtirishda eng ustun sohaga aylanadi. Shular qatori O‘zbekiston miqyosida ham uchbu yangi texnologiyalarni tatbiq etish yuzasidan qator qarorlar qabul qilinib, amaliy ishlar qilinmoqda. Ko‘pgina chet el firmalarining mahsulotlari O‘zbekiston Respublikasi axborotlashtirish, telekommunikatsiya va aloqa sohalarida keng miqyosda tatbiq etib borilmoqda. Viloyatlar, shaharlar va shahar tumanlari orasida keng polosali signallarni o‘tkazish muhiti sifatida raqamli liniyalar, optik kabellar va radiorele liniyalari jadallik bilan ishga tushirilmoqda.

Shuni ta’kidlash kerakki, radio, TV dasturlarni yangi texnologiyalar asosida qayta ishlanib tarqatilganda yuqori sifatli televizion ko‘rsatuvlarni amalga oshirish ta’minlanadi, shuningdek, harakatlanayotgan obyektlarda ham televizion tasvir va ovoz signallarini qabul

qilishga imkoniyat yaratiladi. Hozirda aniq bir fakt shuki, nafaqat O‘zbekiston, balki boshqa mamlakat fuqarolarining ko‘pchiligi o‘z kundalik faoliyatida zarur bo‘lgan ma’lumotlardan tortib siyosiy, iqtisodiy, ma’naviy va shunga o‘xshash katta ahamiyatga molik axborotlarni aynan radioaloqa va teleradioeshittirish tarmog‘i orqali qabul qilmoqdalar va bu soha fuqarolarining kundalik hayoti-faoliyatining ajralmas qismiga aylanmoqda. Shu borada, yuqorida qayd etilgan barcha ishlarning mohiyati mavjud analog aloqa kanallarini yangi texnologiyalar asosidagi kanallarga almashtirish, ularning samaradorligini oshirish, ya’ni mamlakat aholisiga, davlat va nodavlat korxonalarga kerakli turdagi va talabdagi yuqori sifatli aloqa xizmatlarini ko‘rsatishni tashkil etishdan iborat.

Radioaloqa va teleradioeshittirishning yangi texnologiyalari mavjud televizion tarmoqning tuzilishiga zamon nuqtai nazaridan bir qancha ijobiy o‘zgarishlarni olib kiradi. Radioaloqa va teleradioeshittirish yangi texnologiyalarining joriy qilinishi televideniye tarmog‘i bilan Internet tarmog‘ini, mobil aloqa tarmoqlarini va boshqa qo‘shimcha xizmat tarmoqlarini yagona ko‘p funksiyali tarmoq asosida birlashtirishga imkon beradi. Shuning bilan birga raqamli texnologiyaga o‘tish natijasida chastota resursi tejaladi, uzatilayotgan turli dasturlar ko‘rsatilishining sifati oshishi bilan birga standart o‘tkazish polosali aloqa kanalidan uzatilayotgan TV dasturlarning soni, ularning sifati yaxshilanishiga imkoniyat yaratiladi, ya’ni ko‘p dasturli teleradio tarqatishlar amalga oshiriladi, bunda telekommunikatsiya xizmatlarining turi ko‘payadi va sifati yanada yuqori bo‘lishiga erishiladi.

Ushbu o‘quv qo‘llanmada radioaloqa va teleradioeshittirishning yangi texnologiyalari batafsil yoritilgan. Bu talabalarning ushbu sohadagi bilimlarini yanada oshiradi, ko‘nikma va malakalarini boyitadi va O‘zbekistonda har tomonlama yetuk, malakali mutaxassislar yetishib chiqishiga zamin yaratadi.

1-bob. RADIOALOQA PRINSIPLARI

1.1. Elektromagnit to‘lqinlari haqida ma’lumot

XIX asrning oxirida uzoq masofalarga tarqala oladigan, ko‘zga ko‘rinmaydigan elektromagnit to‘lqinlari ixtiro qilindi va ularning xususiyatlari tekshirildi. Bu to‘lqinlar *radioto‘lqinlar* deb ataladi. Tabiat hodisalariga oid ko‘pdan-ko‘p tajriba materiallarini umumlashtirib, ingliz fizigi Djeyms Maksvell elektromagnit maydon nazariyasini yaratdi, quyosh nuri va radioto‘lqinlarning tabiatan umumiyligini aniqlab, ularning tarqalish qonunini ochdi. Keyinchalik boshqa nurlanishlar tekshirildi: ultrabinafsha, infraqizil, rentgen nurlari va boshqalar. Tekshirishlar shuni ko‘rsatdiki, ularning qator xususiyatlari bir-biridan farqlanishiga qaramay, tabiatan kelib chiqishi bir xil: ularning hammasi elektromagnit to‘lqinlari bo‘lib, fizik xususiyatlari esa, to‘lqin uzunligi bilan farqlanadi.

1886–1888-yillari Geynrix Gers o‘z tajribalarida Maksvell nazariyasi xulosalarini tasdiqladi, radioto‘lqinlarning tarqalishi, qaytishi va sinishi yorug‘lik nuri tarqalishi qonuni bilan bir xilligini ko‘rsatdi. Yorug‘lik nurining elektromagnit nazariyasini yaratishda Maksvell katta qiyinchilikka to‘qnash keldi. Shu vaqtgacha ma’lum bo‘lgan materiyaning to‘lqinsimon harakatlari, mexanik harakat va muhitdagi zarrachalarning o‘zaro elastiklik ta’siri natijasi deb tushuntirilgan.

Masalan, suv yuzasidagi to‘lqin tarqalishi ichki kuchlar ishqalanishi va suvning sirt tarangligi ta’siri, tovushning tarqalishi — gaz molekulalarining tebranishi yoki muhitdagi elastiklik deformatsiyasidir. Vakuumda esa, bunday tebranishlar bo‘lmaydi.

Qanday qilib yorug‘lik to‘lqinlari to‘siqlarsiz ideal vakuum hisoblangan fazoda tarqaladi? Maksvell fazoni ko‘z ilg‘amaydigan materiya bilan to‘ldirilgan, deb faraz qildi va unga *efir* deb nom berdi. Elektromagnit to‘lqinlarining, shuningdek, yorug‘lik to‘lqinlarining tarqalishini *efir zarrachalarining tebranishi* deb

tushuntirdi. Efir zarrachalarining siljishi yoki harakatini *siljish toki* deb nomladi. Haqiqatan, vakuumli naychaga ikkita plastina joylashtirib, ularni o‘zgaruvchan EYK manbayiga ulasa, yaqinroqda joylashgan magnit miliga o‘zgaruvchan magnit maydoni shunday ta’sir qiladiki, go‘yo bu elektrodlar orasidagi bo‘shliqdan elektronlar oqimi oqib o‘tgandek tuyuladi, hosil bo‘lgan tok esa *konveksiya* toki deb ataladi.

Son jihatdan tajriba nazariya bilan to‘laligicha mos bo‘lgan holda sifat jihatdan bunday mexanik model asos bo‘la olmaydi. Fiziklarning keyingi barcha urinishlari eng nozik va o‘ta oqilona tajribalari efirni aniqlash, uning xususiyatlarini o‘rganish nafaqat natija bermadi, balki, agar efir bor deb faraz qilinganda ham ko‘pchilik fizik hodisalarning mohiyatini tushuntirib bo‘lmas edi. Shuning uchun hozirgi vaqtda bu tushunchaning real fizik ma’nosi yo‘q, ammo kundalik hayotda bu ibora tez-tez uchrab turadi.

Shuning bilan birga eksperimental fizika elektromagnit to‘lqinlar haqida yangi ma’lumotlarni to‘plab bordi. P.N. Lebedevning 1901-yilda o‘tkazgan ajoyib tajribalari yorug‘lik nuri bosimini aniqlash imkonini berdi. Keyinchalik elektromagnit to‘lqinlarini nurlatuvchi zarracha o‘zining bir qism massasini yo‘qotishi isbotlandi. Nihoyat, elementar yadro zarrachalarini, ularning reaksiyasini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, ayrim sharoitlarda zarrachalar elektromagnit nurlanishiga aylanib, teskarisi elektromagnit nurlanishlari esa elektr zaryadlangan zarrachalarga o‘tadi. Bir tomondan elektronlar o‘zlarini materiyaning elementar zarrachalaridek tutsalar, ikkinchi tomondan, ular qandaydir to‘lqin xususiyatlariga ega, masalan, difraksiyaga moyillik, ya’ni to‘siqlarni aylanib o‘tishi. O‘z navbatida elektromagnit nurlanishlar korpuskularlik, diskretlik xususiyatlariga, ya’ni mayda zarrachalar oqimi xususiyatlariga egadirlar.

Barcha dalillar shunday xulosaga olib keldiki, elektromagnit to‘lqinlar harakatdagi materiyaning alohida shaklini ifodalaydi.

Maksvellning elektromagnit maydoni nazariyasi, efir haqidagi farazidan tashqari, obyektiv fizik voqelikni tajriba asosida belgilab, atmosfera elektri asosiy qonunlarini umumlashtirgan holda to‘g‘ri aks ettiradi.

Bunda juda zarur xulosa, mavjud o‘zgaruvchan elektr maydoni o‘zgaruvchan magnit maydonini keltirib chiqaradi. Agarda elektromagnit induksiya qonuni teskari bog‘liqlikni belgilasa,

o‘zgaruvchan elektr va magnit maydonlari hamma vaqt birga mavjud bo‘lib, o‘zaro bog‘liqlikda bo‘ladi. O‘zgaruvchan elektr maydoni o‘zgaruvchan magnit maydonini keltirib chiqaradi, o‘zgaruvchan magnit maydoni esa, o‘zgaruvchan elektr maydonini hosil qiladi. Shuning uchun har qanday ta’sir, ya’ni elektr yoki magnit maydonining o‘zgarishi, yagona o‘zgaruvchan elektromagnit maydonini yuzaga keltiradi.

O‘zgaruvchan elektromagnit maydonining eng asosiy xususiyatlaridan biri, u paydo bo‘lgan yerda lokallashmaydi. Paydo bo‘lgan nuqtasidan atrof-muhitga elektromagnit to‘lqinlari, go‘yo suv havzasiga tashlangan tosh doirasimon tarqaluvchi to‘lqinlar kabi tarqaladi. Elektromagnit to‘lqinlari energiya tashuvchidir. Quyosh nurining uning yuzasidan kelishi hisobiga Yerda hayot mavjud. Demak, elektromagnit energiyasini paydo etish energiyalarni o‘zgartirish jarayoni bo‘lishi kerak. Bunday energiya, masalan, agarda elektronni katta tezlikda harakat qilishga majbur etsagina paydo bo‘ladi. Elektronni katta tezlikda harakatlanishiga sarflangan energiya elektromagnit nurlanish energiyasi hisoblanadi. Fizikadan ma’lumki, atomdagi elektronlar musbat zaryadlangan yadro orbitasi atrofida harakatlanadilar va doimiy energiyaga egadirlar.

Ayrim sharoitlarda elektronlar bir orbitadan ikkinchisiga o‘tadi, natijada ularning energiyasi o‘zgaradi; ortiqcha energiya elektromagnit nurlanishga aylanadi. Elektromagnit to‘lqinlarning bunday qo‘zg‘alishi hozirgi vaqtda fan va texnikaning tez rivojlanayotgan kvant elektronikasida qo‘llaniladi.

Radiotexnikada o‘tkazuvchi jismlardagi ko‘plab erkin elektronlarni katta tezlikda harakatlantirish usuli amalda keng qo‘llanilib kelmoqda.

Ma’lumki, elektronlarning bir tomonga katta tezlikda harakatlanishini uzoq vaqt davom ettirish qiyin, shuning uchun tezlikni pasaytirib, boshqa yo‘nalishda oshirish zarur. Bu jarayon bir necha marotaba takrorlanishi mumkin. Bunga o‘tkazuvchilarni qandaydir o‘zgaruvchan EYK manbayiga ulash orqali erishish mumkin. O‘zgaruvchan EYK ta’sirida o‘tkazuvchining erkin elektronlari tebranma harakatlanib fazoda eloktromagnit nurlanishi hosil qiladi. Bunday o‘zgaruvchan EYK manbayi elektromagnit to‘lqinlariga *o‘zgartiruvchi o‘tkazgichni uzatish antennasi* deb ataladi.

Maksvell nazariyasi elektromagnit to‘lqinlarning qandaydir muhitda tarqalish tezligini aniqlash imkonini berdi. $V = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$ bunda c — yorug‘lik nurining vakuumda tarqalish tezligi; μ — muhitning magnit o‘tkazuvchanligi; ε — muhitning dielektrik o‘tkazuvchanligi.

Havo uchun $\varepsilon \approx 1$, elektromagnit to‘lqinlarning tarqalish tezligi quyosh nurining vakuumda tarqalish tezligiga yaqin:

$$V \approx c \approx 300\ 000 \text{ km/s}.$$

Antennadagi elektronlarning tebranishi T davriy o‘zgaruvchi EYK manbayi hosil qiladi. Agarda qandaydir vaqtda antenna oldidagi maydon maksimal qiymatga ega bo‘lgan bo‘lsa, xuddi shunday qiymat T vaqt o‘tgandan so‘ng yana takrorlanadi. Bu vaqt orasida dastlabki maksimal qiymatga ega elektromagnit maydon $\lambda = VT$ masofaga ko‘chib o‘tadi.

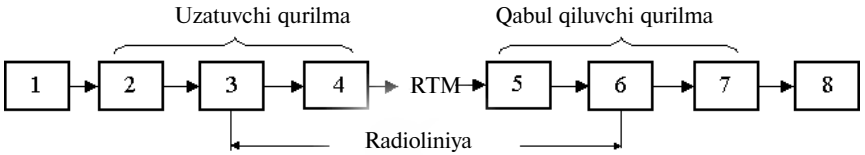
Fazodagi magnit maydoni qiymati bir xil bo‘lgan ikki minimal nuqta oralig‘i *to‘lqin uzunligi* deb ataladi.

To‘lqin uzunligi uning tarqalish tezligi va antennadagi elektronlarning davriy tebranishiga bog‘liq. Tok chastotasi $f=1/T$, unda to‘lqin uzunligi $\lambda = V/f$.

1.2. Radioaloqani tashkil etishning umumiy prinsiplari

Radioaloqa deb, xabarni simsiz elektron uzatishga aytiladi. Rus olimi A.S. Popov 1895-yil 7-mayda birinchi bo‘lib radio uzatishni amalga oshirgan. Hozir radio orqali kuniga juda katta axborot oqimlari uzatiladi. Kemalar, samolyotlar, ekspeditsiyalar, qutb stansiyalari bilan bog‘lanish uchun radioaloqaning roli juda katta, chunki bu obyektlar bilan aloqa faqat radioaloqa orqali amalga oshirilishi mumkin.

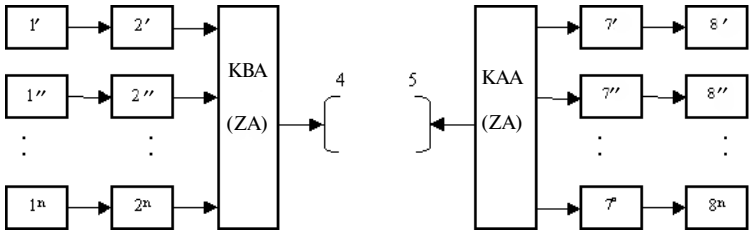
Radioaloqaning eng sodda sxemasi 1.1-rasmda keltirilgan:



1.1-rasm. Radioaloqaning umumlashgan tuzilish sxemasi:
1 — axborot manbayi; *2* — xabarni elektron signalga aylantiruvchi blok; *3* — radiouzatish qurilmasi (RAQ); *4* va *5* — uzatish va qabul qilish antenna-fider qurilmalari (AFQ); *6* — radioqabul qilish qurilmasi (RQQQ); *7* — elektron signalni dastlabki xabarga aylantirish (o‘zgartirish) bloki; *8* — axborot iste’molchisi; RTM — radioto‘lqinlarni tarqalish muhiti.

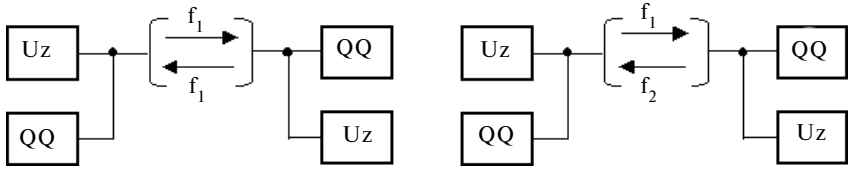
Uzatkich, uzatish antennasi, to‘lqin tarqalish muhiti, qabul qilish antennasi va qabul qilgichdan iborat to‘plam radioaloqa liniyasini hosil qiladi. 1.1-rasmda keltirilgan radioliniya bir tomonlama axborot uzatish imkonini beradi. Bunday sxema orqali radioeshittirish, televizion signalni, ob-havoni, aniq vaqt signallarini uzatish va boshqa turdagi aloqalarni amalga oshirish mumkin.

Uskuna ishlatilishini yaxshilash va radioliniyani o‘tkazish qobiliyatini kattalashtirish uchun zichlashtirish apparaturasi qo‘llaniladi. Bunday radioliniya ko‘p kanalli deyiladi va u 1.2-rasmdagi ko‘rinishda bo‘ladi.



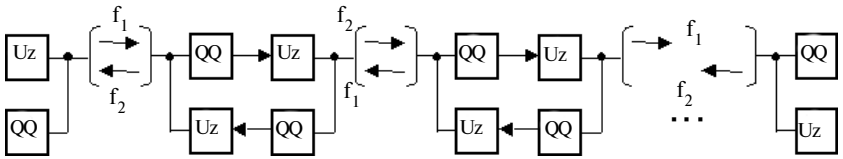
1.2-rasm. Ko‘p kanalli radioliniyaning tuzilishi:
ZA — zichlashtirish apparaturasi; KBA — kanallarni birlashtirish apparaturasi; KAA — kanallarni ajratish apparaturasi.

Bir axborot manbayidan axborot iste’molchisiga xabarni uzatishni ta’minlaydigan texnik vositalarning to‘plamiga *radioaloqa kanali* deyiladi. Ikki punkt orasida axborot almashinish uchun ikki tomonlama radioaloqa tashkil qilinadi, bu bir-biriga yo‘naltirilgan bir tomonlama aloqa uskunasini ikki usul bilan amalga oshirish imkonini beradi: simpleks va dupleks (1.3-rasm).



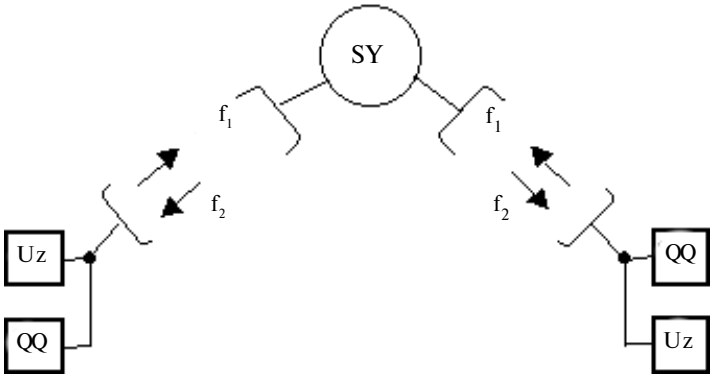
1.3-rasm. Simpleks va dupleksli radioaloqa.

Radioaloqa liniyasi bir necha yoki ko‘pgina qismlardan (kesmalardan) iborat bo‘lishi mumkin. Bir punktdagi signallar boshqa punktga uzatiladi, u yerda qabul qilinadi, kuchaytiriladi va keyingi punktlarga uzatiladi va hokazo (1.4-rasm).



1.4-rasm. Murakkab tuzilishga ega radioaloqaning sxemasi.

1.5-rasmda sun’iy yo‘ldosh orqali aloqa o‘rnatish ko‘rsatilgan:



1.5-rasm. Sun’iy yo‘ldosh orqali radioaloqani amalga oshirish sxemasi.

Har xil ko‘rinishli (konfiguratsiyali) radioliniyalar yordamida har xil aloqa tarmog‘ini qurish mumkin.

1.3. Radioto‘lqinlarning tarqalish xususiyatlari

Radiochastotalar klassifikatsiyasi. Har bir radioaloqa liniyasiga ma’lum radiochastota polosasi ajratiladi. Bu polosaning o‘rtacha chastotasi nominal chastota hisoblanadi.

Radioaloqani xalqaro tartiblanishiga binoan radiochastotalar 9 ta diapazonlarga bo‘linadi va 4 dan 12 gacha nomerlanadi. N nomerli

diapazon pastdan $0{,}3\cdot10^N$ Гц va yuqoridan $3\cdot10^N$ Гц chastota bilan chegaralangan.

Diapazon nomeri oshishi bilan uni polosasi kengayishiga e’tibor qaratish lozim, u quyidagicha bo‘ladi: № 4 uchun 30 − 3 = 27 кГц; №12 uchun 3000 − 300 = 2700 ГГц.

Yangi radioaloqa liniyasini ochishga har bir alohida holat uchun ma’lum talablarni hisobga olgan holda ishchi chastota tanlanadi.

Xabarni uzatish joyidan qabul qilish joyiga ko‘chirish uchun tanlangan chastota ishlatiladi va u *tashuvchi chastota* deyiladi.

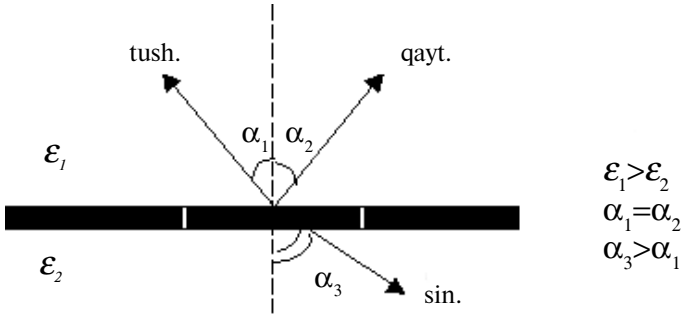
1.1-jadval

Diapazon nomeri	Chastota chegaralari	Diapazonlar nomi	Diapazonlarning qisqartma nomlari	Ruscha qisqartma nomlar
№ 4	f = 3÷30 кГц	o‘ta uzun to‘lqinlar	O‘UT	СДВ
№ 5	f = 30÷300 кГц	uzun to‘lqinlar	UT	ДВ
№ 6	f = 300÷3000 кГц	o‘rta to‘lqinlar	O‘T	СВ
№ 7	f = 3÷30 МГц	qisqa to‘lqinlar	QT	КВ
№ 8	f = 30÷300 МГц	metrli to‘lqinlar	MT	МВ
№ 9	f = 300÷3000 МГц	ditsimetrli to‘lqinlar	DT	ДМВ
№ 10	f = 3÷30 ГГц	santimetrli to‘lqinlar	T	СМВ
№ 11	f = 30÷300 ГГц	millimetrli to‘lqinlar	MMT	ММВ
№ 12	f = 300÷3000 ГГц	ditsimillimetrli to‘lqinlar	DMMT	ДММВ

Radioto‘lqinlar tarqalishining asosiy qonunlari quyidagilardir:

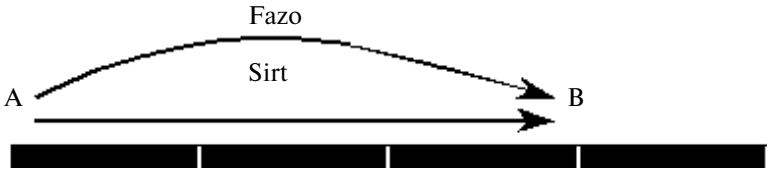
1. Bir jinsli − izotrop muhitda to‘lqin to‘g‘ri chiziq bo‘ylab va o‘zgarmas tezlik bilan tarqaladi: V = const.

2. Har xil dielektrik doimiylikli muhitlarning biridan ikkinchisiga radioto‘lqin o‘tayotganda muhitlar chegara chizig‘ida to‘lqin akslanishi va sinishi yuz beradi (1.6-rasm).



1.6-rasm. To‘lqin akslanishi va sinishi.

3. Ixtiyoriy qabul qilish joyiga to‘lqinlar ikki yo‘l bilan kelishi mumkin: yer yoki sirt to‘lqini va fazoviy yoki osmon to‘lqini (1.7-rasm).



1.7-rasm. Yer va fazoviy to‘lqinning ko‘rinishi.

4. Radioto‘lqinlar difraksiya qonuniga bo‘ysunadi, ya’ni to‘lqin uzunliklari o‘lchamiga yaqin bo‘lgan to‘siqlarni aylanib o‘tishi mumkin.

5. Radioto‘lqinlar tarqalayotganda refraksiya qonuniga bo‘ysunadi, ya’ni to‘lqin har xil dielektrik singdiruvchanlikka ega bo‘lgan muhitlardan o‘tishida uning trayektoriyasi egilishi yuz beradi.

6. Radioto‘lqinlar tarqalayotganda, ularda interferensiya yuz berishi mumkin, ya’ni har xil fazali tebranishlar bir-biriga qo‘shiladi.

7. Radioto‘lqinlar ionosfera qatlamidan sochilib qisman qaytadi, bunda energiyani ma’lum qismi nurlanish manbaiga qaytadi (Kabanov effekti).

Atmosfera tuzilishi. Yer yuzini o‘rab turuvchi atmosfera taxminan 1000 km balandlikkacha cho‘zilgan.

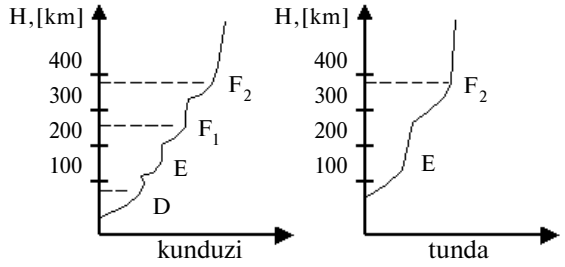
15 km balandlikkacha bo‘lgan eng pastki qatlam *troposfera* deyiladi. U azon (O_3), kislorod (O_2) va azot (N_2) dan iborat bo‘lib, bu qatlam gidrometeorlar (qor, yomg‘ir, do‘l) mavjudligi bilan xarakterlanadi. Troposfera xarakteri qatlamlilikdir.

Keyingi qatlam *stratosferadir.* U asosan azon (O_3) dan iborat. Shu sababli u qatlamlilik xarakteriga ega emas.

100 km dan 400 km gacha bo‘lgan balandlik – *ionosfera* deb ataladi. U ultrabinafsha nurlanishlar ta’sirida erkin elektronlar va ionlarga ajraydigan neytral atomlardan iborat.

Ionosfera tuzilishi. Ionosferaning asosiy xususiyati uning qatlamliligidir. Kunduzi odatda quyidagi ionlashgan qatlamlar bilan farqlanadi: 70–80 km balandlikda D qatlam, 90–120 km balandlikda E qatlam, 200–250 km balandlikda F_1 qatlam va 350–450 km balandlikda F_2 qatlam.

F_2 qatlam maksimal konsentratsiyaga ega. F_1 qatlam o‘zini asosan kunduzi namoyon qiladi. F_2 qatlam eng katta barqarorlikka ega. Kunduzi to‘rtta ionlashgan qatlam mavjud bo‘ladi, tungi vaqtda esa, D va F_1 qatlamlar yo‘qoladi, E va F_2 qatlamlarning jadalligi kamayadi (1.8-rasm). Bu grafiklar yil fasllariga qarab o‘zgaradi.



1.8-rasm. Ionosfera qatlamlarining jadalligi: kunduz va tunda.

O‘UT va UT diapazon radioto‘lqinlarining tarqalishi. Bu diapazondagi to‘lqinlar uchun yer sirti o‘tkazgich hisoblanadi. Yerni yaxshi aylanib o‘tadigan sirt to‘lqinining aloqa tashkil qilish mumkin bo‘lgan masofa 1500–2000 km ni tashkil qiladi. №5 diapazonidagi to‘lqinlar pastki ionlashgan qatlamdan yaxshi akslanadi va fazoviy to‘lqinni hosil qiladi. Ionosfera qatlamidan

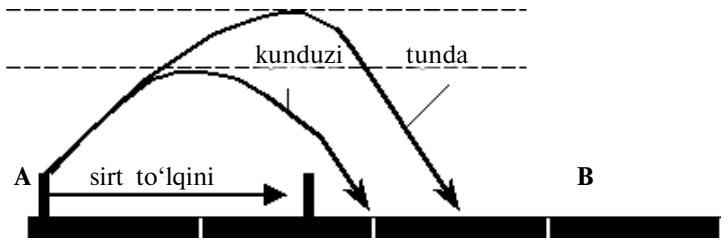
akslangan to‘lqinlar juda ko‘p yutiladi, shuning uchun aloqani ta’minlashda katta quvvatli energiya zarur bo‘ladi. Aloqa o‘rnatish masofasi faqat radiouzatkich quvvatiga bog‘liq. Bu diapazonda aloqa juda barqaror. Shuning uchun bu to‘lqinlar dengiz aloqasi, yo‘naltirish (navigatsiya) hamda radioeshittirish olib borish uchun qo‘llaniladi.

O‘T diapazonidagi radioto‘lqinlarning tarqalishi. Bu diapazondagi to‘lqinlar uchun yer sirti yarim o‘tkazgich hisoblanadi. To‘lqinlar sirt nuri, fazoviy nur, sirt va fazoviy nurlari birgalikda tarqalishi mumkin. Sirt to‘lqinlari faqat kunduzi D qatlamida kuchli yutilishlar bo‘lganida kuzatiladi, bunda aloqa uzoqligi 500–1500 km gacha bo‘ladi. Fazoviy to‘lqinlar kechasi ijobiy sharoitlar natijasida E qatlamidan akslanishi va unda yo‘qotishlar kichikligi hisobiga hosil bo‘ladi. Bu diapazonda qabul qilish nuqtasidagi maydon fazoviy to‘lqinlar interferensiyasi hamda sirt va fazoviy to‘lqinlar interferensiyasi natijasi bo‘lishi mumkin. Chunki, to‘lqinlar har xil fazalar bilan kelib qo‘shiladi, bunda qabul qilish nuqtasida signal sathi tebranishi mumkin, ya’ni Feding yoki signal sathini tartibsizlanishi yuz beradi. Signal sathini tartibsizlanishiga qarshi qabulqilgichlarda kuchaytirishni (sathni) avtomatik boshqarish qo‘llaniladi, uzatish tomonida esa, Antifeding antennalari qo‘llaniladi. Bu diapazonda radioeshittirish stansiyalari, radiomayaklar aniq vaqt xizmatida ishlaydilar.

QT diapazondagi radioto‘lqinlar tarqalishi. Bu diapazondagi to‘lqinlar uchun yer sirti dielektrik hisoblanadi. To‘lqinlar sirt nuri, fazoviy nur, sirt va fazoviy nur bilan birgalikda tarqalishi mumkin. Sirt nuri bilan aloqa faqat yaqin masofalarda amalga oshirilishi mumkin.

Uzoq masofaga aloqani faqat fazoviy nur bilan amalga oshirish mumkin. Bunda E qatlam yutuvchi hisoblanadi. Uning konsentratsiyasi QT to‘lqinlarning akslanishi uchun yetarli emas. To‘lqinlar kunduzi F_1 qatlamidan va kechasi F_2 qatlamidan akslanadi. Demak, aloqa uzoqligi bitta chastotada kunduzi va kechasi har xil bo‘ladi. Doimiy muxbirlar bilan ishonchli aloqa uchun bu diapazonda to‘lqin jadvali bo‘yicha ishlaydilar:

– kunduzgi to‘lqinlar 14–25 m;
– oraliq to‘lqinlar 25–35 m;
– kechki (tungi) to‘lqinlar 35–60 m.



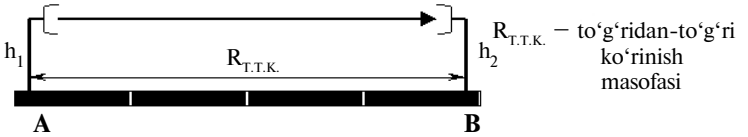
1.9-rasm. QT diapazondagi to‘lqinning tarqalishi.

Bu diapazon to‘lqinlari uchun yana quyidagi xususiyatlar mavjud: signal sathining tartibsizlanishi, radiosado (aks-sado), tungi vaqtda radiostansiyalar soni ko‘payishi, jimjitlik zonalari, magnit bo‘ronlarining ta’sir qilishi.

UQT diapazonidagi radioto‘lqinlar tarqalishi. UQT diapazondagi to‘lqinlar uchun yer sirti dielektrik hisoblanadi. Sirt to‘lqinli aloqani uzoqligi juda kichik, u Yer sirtini aylanib o‘tishi qiyin. Boshqa diapazonlardan farqli UQT to‘lqinlari ionosferadan akslanmaydi va Yerga qaytib tushmaydi, chunki F_1 va F_2 qatlamlar konsentratsiyasi bu to‘lqinlarni qaytarishga yetarli emas. UQT da radioaloqa uzoqligi uzatkichning ma’lum bo‘lgan quvvatida uzatish va qabul qilish antennasi tayanchining Yerga nisbatan balandligiga bog‘liq va quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{(\text{km})} = 4(\sqrt{h_1(м)} + \sqrt{h_2(м)}), \qquad (1.1)$$

bunda h_1 va h_2 – antenna tayanchining balandligi (1.10-rasm).



1.10-rasm. To‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘rinish masofasining antenna tayanchiga bog‘liqligi.

UQT diapazonida radioto‘lqinlarning tarqalish xususiyatlari quyidagicha:

1. Har xil omillardan radioto‘lqinlar tarqalishiga bog‘liqligi.
2. Keng polosali modulatsiya turlarini qo‘llash mumkinligi.

3. Ko‘p kanalli radioaloqa tashkil qilish mumkinligi.

4. Boshqa diapazonlarga nisbatan aloqa maxfiyligi (yo‘naltirish diagrammasi tor yo‘naltirilgan antennalar).

5. Atmosfera xalaqitlar sathi kichik.

6. Apparaturalarining o‘lchamlari kichik, nisbatan arzon.

7. Radiostansiyalar orasidagi masofa 100−200 km bo‘lganda, bir necha radiostansiyalar bitta chastotada ishlashi mumkin.

8. To‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘rinadigan masofadagi hudud relyefini hisobga olishlik (tekis relyefli hudud, bir to‘siqli hudud, ikkita va bir necha to‘siqli hudud, kotlovan).

Troposferadagi refraksiya hodisasi. UQT radioto‘lqinlarining har xil dielektrik singdiruvchanlikka ega troposfera qatlamida tarqalishini ko‘rib chiqamiz.

ε qiymati birdan oshganda, troposferadagi yo‘qotishlar faqat santimetrli va undan qisqa diapazonlarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

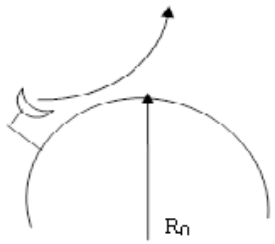
Bir santimetrdan katta bo‘lgan to‘lqinlar uchun troposferaning sinish (sindirish) koeffitsiyenti chastotaga bog‘liq emas. Havoning kompleks dielektrik singdiruvchanlik kirishi hisobiga millimetrli diapazon to‘lqinlari uchun yo‘qotishlar oshadi.

Amaliyotda $N= (n-1)\cdot 10^6$ kattalik ko‘p qo‘llaniladi va troposferaning sindirish indeksi deyiladi, bunda $n=\sqrt{\varepsilon}$ – troposferaning sindirish koeffitsiyenti.

Ko‘pincha N ning qiymati balandlikka bog‘liq holda chiziqli o‘zgaradi, o‘rta kengliklarda N ning balandlikka nisbatining gradiyenti o‘zgarishi dN/dh = -40 1/km ni tashkil etadi.

N ning gradiyentini balandlik bo‘yicha bog‘liqligi dn/dh nisbat yordamida quyidagi uchraydigan refraksiyalar klassifikatsiyasini keltirish mumkin:

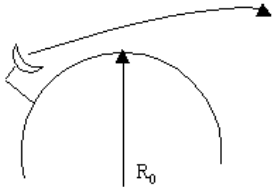
1. Manfiy troposfera refraksiyasi: dn/dh > 0. Bu holda sindirish ko‘rsatkichi oshgan sari kattalashadi va to‘lqinning trayektoriyasini qavariqligi pastga qaragan bo‘ladi (1.11-rasm).



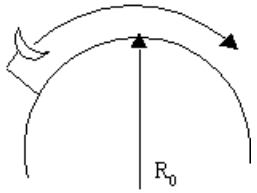
1.11-rasm. Manfiy troposfera refraksiyasida to‘lqinning yo‘li.

Yerning ekvivalent radiusi aslidan (R_0) kichik bo‘lib qoladi. Bu qabul qilish nuqtasida maydon kuchlanganligining kamayishiga olib keladi.

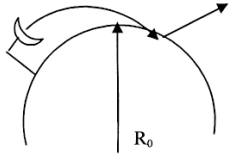
2. Musbat troposfera refraksiyasi: dn/dh<0. Sindirish koeffitsiyenti oshgan sari kichiklashadi va trayektoriya qavariqligi yuqoriga qaragan bo‘ladi.



1.12-rasm. Musbat troposfera refraksiyasida to‘lqinning yo‘li.



1.13-rasm. Kritik troposfera refraksiyasida to‘lqinning yo‘li.



1.14-rasm. O‘ta refraksiyada to‘lqinning yo‘li.

Bunda 3 ta xususiy hol farqlanadi:

a) normal troposfera refraksiyasi: $dn/dh=-40\cdot 10^{-5}$ 1/km va $R_{ekv}=4/3R_0$.

Qabul qilish nuqtasi maydon kuchlanganligi refraksiya yo‘qligidagi holiga nisbatan ko‘proq (1.12-rasm).

b) kritik troposfera refraksiyasi: $dn/dh=-(1/R_0)$. Yerning ekvivalent radiusi cheksizlikka intiladi, ya’ni ekvivalent Yer sirti yassi (tekislik) ko‘rinishida bo‘ladi. To‘lqin Yer sirtiga parallel o‘zgarmas balandlikda tarqaladi (1.13-rasm).

g) o‘ta refraksiya: $dn/dh<1/R_0$.

Troposferada to‘lqinni to‘la ichki akslanishi yuz beradi va nur Yer sirtiga qaytadi. Yerning ekvivalent radiusi manfiy bo‘lganligi sababli ekvivalent to‘g‘ri chiziqli trayektoriyaga ega to‘lqin Yer sirti bilan uchrashadi. Bu uchrashgan joydan to‘lqin Yer sirtidan akslanadi va troposfera hamda Yer sirtidan akslanish ketma-ketligi bilan uzoq masofalarga tarqalishi mumkin (1.14-rasm).

O‘ta refraksiyaning paydo bo‘lishi uchun zarur sharoitli metereologik rejimga bog‘liq. Balandlashgan sari sindirish koeffitsiyentining keskin pasayishi, ko‘pincha haroratni balandlikka bog‘liq o‘zgarishlarini keltirib chiqaradi.

Nazorat savollari

1. Elektromagnit to‘lqinlari haqida nimalarni bilasiz?
2. Tabiatda elektromagnit to‘lqinlar qanday ko‘rinishda namoyon bo‘ladi?
3. Radioaloqa deganda nimani tushunasiz va u qanday amalga oshiriladi?
4. Radioaloqaning qanday turlarini bilasiz?

5. Radioto‘lqinlar haqida gapirib bering.
6. Radiochastotalarning ahamiyatini tushuntiring.
7. Nima uchun radiochastotalar klassifikatsiyalarga ajratiladi?
8. O‘UT, UT va O‘T diapazondagi radioto‘lqinlarning tarqalish xususiyatlarini gapirib bering.
9. UQT diapazondagi radioto‘lqinlar tarqalishining asosiy xususiyatlariga nimalar kiradi?

2-bob. RADIOALOQANING UZATISH VA QABUL QILISH QURILMALARI

2.1. Radiouzatish qurilmalari

Radiouzatkichning asosiy funksional uzellari. Radiouzatkichning sxemasi va konstruksiyasi bir necha omillarga bog‘liq: belgilangan maqsadi, ishchi to‘lqinlar diapazoni, quvvati va boshqalar. Shunga qaramay, ayrim namunali bloklarni ajratish mumkinki, ular u yoki bu ko‘rinishlarda ko‘pchilik uzatkichlarda mavjud.

Uzatkichning tuzilishi (2.1-rasm) uning asosiy funksiyalari bilan belgilanadi, ularga quyidagilar kiradi:

— berilgan quvvat va belgilangan chastotada yuqori chastotali tebranishlarni olish;

— uzatiladigan signal bilan yuqori chastotali tebranishlarni modulatsiyalash;

— chastotalari zaruriy nurlanish polosasidan chiqadigan va boshqa radiostansiyalarga xalaqit berishi mumkin bo‘lgan tebranishlarni va garmonikalarni filtrlash;

— tebranishlarni antenna orqali nurlatish.

Ko‘pincha beruvchi yoki tayanch generatori deb ataluvchi yuqori chastotali generator o‘z aniqligi va barqarorligiga ko‘ra, yuqori talablarga javob beradigan radiouzatkichlar chastotalariga mos yuqori chastotali tebranishlar olish uchun xizmat qiladi.

Sintezator tayanch generatorining odatda doimiy chastotasini radioaloqa va eshittirish uchun aynan shu vaqtda kerak bo‘lgan chastotaga o‘zgartiradi. Chastotani bunday o‘zgartirishda uning

barqarorligi salbiy tomonga o‘zgarmasligi kerak. Ayrim hollarda, masalan, generator bevosita kerakli chastotalarni ishlab chiqarganda, sintezator kerak emas. Ammo sintezator bilan chastotaning talab etilgan yuqori aniqligini va barqarorligini osonlikcha ta’minlash mumkin, chunki, birinchidan, u ancha past chastotalarda ishlaydi, bunda talab qilingan barqarorlikka osonroq erishiladi, ikkinchidan, u qayd etilgan chastotada ishlaydi. Bundan tashqari, zamonaviy sintezatorlar sintezlashtirilayotgan chastotani masofaviy yoki avtomatik boshqarishga moslashtirilgan, bu esa uzatkichning umumiy avtomatlashtirilishini osonlashtiradi.

Yuqori chastotali oraliq kuchaytirgich sintezatorlardan keyin quyidagi sabablarga ko‘ra kerak:

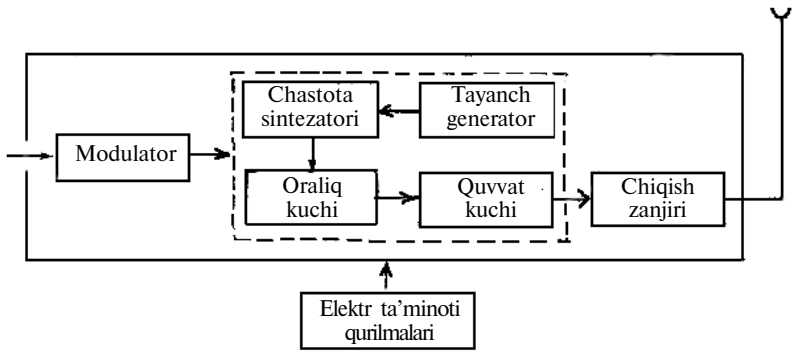
– katta kuchaytirish koeffitsiyentiga ega oraliq kuchaytirishi tufayli tayanch generatori va sintezatordan katta quvvat talab etilmaydi;

– sintezator va katta quvvatga ega kuchaytirgich o‘rtasida oraliq kuchaytirgichning qo‘llanilishi hisobiga uzatkichning quvvatli kaskadi va antennadagi ehtimolli o‘zgartirishlarning sintezator va generatorga ta’siri kamayadi.

Quvvat kuchaytirgichi (u tashqaridan qo‘zg‘atiladigan generator deb ataladi) radiosignal quvvatini radioaloqa tizimi talablari bilan belgilanadigan darajagacha oshiradi. Quvvat kuchaytirgichiga qo‘yiladigan asosiy talab, uning yordamida yuqori iqtisodiy ko‘rsatkichlarni, xususan, FIK ni ta’minlashdan iborat.

Chiqish zanjiri antennaga kuchaytirilgan tebranishlarni uzatish, oxirgi kuchli kuchaytirgich chiqishini antenna bilan moslashtirish, yuqori chastotali tebranishlarni filtrlash uchun xizmat qiladi.

Modulator uzatkichning yuqori chastotali tebranishlar eltuvchilarini uzatilayotgan signal bilan modulatsiyalash uchun xizmat qiladi. Buning uchun modulator, uzatkichning xususiyatlari va modulatsiya turi (amplitudali, chastotali, bir polosali va boshqa) dan kelib chiqib, 2.1-rasmdagi punktir chiziq bilan o‘ralgan bloklarning bir yoki bir nechtasiga ta’sir etadi.



2.1-rasm. Radiouzatkichning funksional sxemasi.

Masalan, chastotali modulatsiya chastotalar sintezatorida yoki (ba'zida) yuqori chastota generatorida amplitudali modulatsiya katta quvvatli va ular oraliq kuchaytirgichlarga ta'sir natijasida paydo bo'ladi.

Elektr ta'minoti qurilmasi barcha bloklarga tok va kuchlanishlarni keltirishni ta'minlaydi. Bu esa, ular tarkibiga kiruvchi tranzistorlar, lampalar va boshqa elektron elementlarning, shuningdek, avtomatik boshqaruv tizimlari, avariya rejimidan himoya qilish qurilmalari, boshqa qo'shimcha zanjirlar, qurilmalarning normal ishlashi uchun zarurdir. Elektr ta'minoti tizimi to'g'rilagichlar, ichki yonish dvigatellariga ega elektrmashina generatorlari, akkumulatorlar, transformatorlar, kommutatsiya apparaturasi zaxira ta'minot manbayi va buzilishlar bo'lgan vaqtda asosiy ta'minot manbayidan zaxira ta'minot manbayiga avtomatik o'tish qurilmalari va boshqalardan iborat.

2.1-rasmda uzatkich tarkibiga kiradigan ko'pgina qo'shimcha obyektlar, uskunalar ko'rsatilmagan. Bular avtomatik va masofaviy boshqarish vositalari, nazorat-o'lchov asboblari, masofaviy nazorat va signalizatsiya qurilmalari, avariya rejimida yoki xizmatchilarga xavf tug'ilgan holatlarda yuqori kuchlanish zanjirlarini o'chiruvchi himoyalash va muhofaza qilish qurilmalaridir. Kilometrli, gektometrli va dekametrli to'lqin diapazonlaridagi radiouzatkichlar odatda guruh-guruh etib maxsus korxonalar — uzatish radiostansiyalarida o'rnatiladi.

Uzatkichlar soni ko'p bo'lganda radiostansiyalar radiomarkazlar deb ataladi. Metrli va ditsimetrli to'lqinda radioeshittirish uzatkichlari odatda televizion eshittirishlari uzatkichlari bilan birga joylashtiriladi. Bunday uzatkichlar o'rnatilgan korxonalar radiotelevizion uzatish stansiyalari (markazlari) deb ataladi.

Radiouzatkichlarning texnik ko'rsatkichlari. Radiouzatkichning asosiy ko'rsatkichlariga quyidagilar kiradi: to'lqin diapazoni, quvvat, FIK, eshittirish signallarining ko'rinishi va sifati. Uzatkichlarning tasnifi to'lqinlar tasnifiga qarab farqlanadi (1.1-jadval). Bu tasnifdagi uzatkich turlariga qarab ularning diapazonlari, tebranish konturlarining konstruksiyasi va kuchaytirish elementlarining turlari belgilanadi. Uzatkich o'zi uchun ajratilgan bir yoki bir necha qayd etilgan to'lqinlarda ishlashi yoki uzluksiz to'lqinlar diapazonida istalgan to'lqin uzunligiga sozlanishi mumkin.

Uzatkich quvvati odatda uzluksiz nurlanishda, modulatsiya bo'lmaganda antennaga kelayotgan maksimal yuqori chastotali tebranishlar quvvati sifatida belgilanadi. Ammo, radiouzatkichning quvvatini baholash uchun bunday tavsif yetarli emas. Gap shundaki, radioaloqa texnikasida shunday signallar bilan ish olib boriladiki, ularning kuchlanishi juda keng chegaralarda o'zgaradi va nisbatan qisqa vaqt ichida ularning qiymati o'rtacha sathlardan bir necha bor oshib ketadi. Misol tariqasida oralig'i 1 ms ga yaqin iitervallarga bo'lingan 1 mks davomiylikdagi impulslarni nurlatuvchi radiolokatsiya uzatkichini olish mumkin. Agar uzatkichlarni loyihalash vaqtida ana shunday irg'itma nurlanish quvvatlari nominal quvvatga mos bo'lgan hisob-kitoblar ko'zda tutilganda edi, u holda amaldagi o'rtacha nurlanish quvvati bir necha marotaba kichik, uzatkich o'z imkoniyatidan anchagina pastroq rejimda ishlagan, uzoq masofalarga aloqa bog'lash kerak bo'lgan hollarda esa, quvvatliroq uzatkichdan foydalanish talab qilingan bo'lar edi.

Radioeshittirish tizimida tebranishlar amplitudasining maksimal qiymatga yetadigan vaqt oralig'i odatda uzatkich ishlash vaqtining anchagina qismini egallaydi (masalan, 10 – 20 %), ularning davomiyligi o'nlab millisekundlargacha yetadi, ammo bu holda ham uzatkichni, kam miqdorda bo'lsa ham, vaqtinchalik kuchaytirilgan rejimda ishlatish mumkin.

Yuqorida aytilganlardan shu narsa kelib chiqadiki, uzatkich quvvati maksimal qiymat ko'rsatkichidan tashqari, uzluksiz ishlashida *cho'qqi quvvat* qiymatlari bilan ham tavsiflanadi. Bu cho'qqi

quvvat cheklangan vaqt oraliqlari davomida ta'minlanishi mumkin. Masalan, agar uzatkich uzluksiz ishlaganda, uning o'rtacha quvvati 100 кВт bo'lsa, impulslarniig davomiyligi, ularning oralig'idagi intervallardan oshmaganda, uzatkichning quvvati 200 кВт gacha yetadi.

Radiouzatkichning asosiy ko'rsatkichlaridan yana biri, nurlanish chastotasining barqarorligi va qo'shimcha nurlanish sathidir. Gap shundaki, agar uzatkichga berilgan signal chastotalariga qat'iyan amal qilinsa, unda ushbu chastotaga sozlangan qabul qilgich uzatilgan signallarni qo'shimcha sozlamasdan ulangan zahotiyoq, qo'shimcha sozlashlarni talab qilmay turib qabul qiladi. Bu radioaloqaning yuqori ishonchliligi, ekspluatatsiyada qulayligini ta'minlaydi va uskunalarning avtomatlashtirilishini osonlashtiradi.

Bundan tashqari, radioaloqa va radioeshittirishda qo'llaniladigan chastota diapazonlari bir vaqtda ish olib borayotgan radiostansiyalar signallari bilan zichlashtirilgan bo'ladi, agar uzatkich chastotasi ruxsat etilgan chastotadan farqlansa, natijada u boshqa uzatkich chastotasiga yaqinlashadi, bu esa signallarni qabul qilishda xalaqit beradi.

Xalqaro me'yoriy normalarga ko'ra, gektometrli to'lqinlarda radioaloqa uchun uzatkichga ajratilgan chastotalar nominal qiymatidan 0,005 % dan oshmasligi kerak, radioeshittirish uzatkichlari uchun bu ko'rsatkich 10 Гц dan oshmasligi kerak. Dekametrli to'lqinlarda quvvati 0,5 кВт dan yuqori uzatkichlar uchun chastotaning yo'l qo'yilgan nobarqarorligi $15 \cdot 10^{-6}$ ga teng bo'lib, bu 4÷30 МГц chastota diapazonida chastotaning 60 dan 450 Гц gacha absolut og'ishiga mos. Ayrim radioaloqa tizimlari chastotalar barqarorligi belgilangan me'yorlarda ko'zda tutilgandan ham ancha yaxshiroq bo'lishini talab etadi.

Radiouzatkichlarning *qo'shimcha nurlanishlari* deb, uzatilayotgan radiosignal egallagan polosadan tashqarida joylashgan chastotalardagi nurlanishlarga aytiladi. Qo'shimcha nurlanishlarga uzatkichning garmonik nurlanishlari, keraksiz nurlanishlar va o'zaro modulatsiyaning zararli mahsulotlari kiradi.

Uzatkichning *garmonik nurlanishlari* deb uzatilayotgan radiosignal chastotasidan butun sonlarga ortiq bo'lgan chastotalardagi nurlanishlarga aytiladi.

Zararli nurlanishlar deb har zamonda uzatkichlarda sodir bo'ladigan, chastotalari radiosignal chastotalari yoki qo'shimcha tebranishlar chastotalari bilan bog'liq bo'lmagan tebranishlarga aytiladi. Bunda qo'shimcha tebranishlar chastotalari chastotalar sintezi davomida, modulatsiya va signallarni boshqa qayta ishlash jarayonida qo'llanadi.

Ma'lumki, nochiziqli zanjirda f_1 va f_2 chastotali ikkita EYK amal qilganda tok spektri bu chastotalar tarkibi va ularning garmonikalaridan tashqari, $mf_1 \pm nf_2$ (bunda m va n — butun son) ko'rinishidagi chastotalar tarkibini ham o'z ichiga oladi. O'zaro modulatsiya asosida aynan mana shu hodisa yotadi: u uzatkichda nochiziqli tavsiflarga ega bo'lgan elementlarning, asosan, tranzistorlar yoki elektron lampalarniig mavjud bo'lishi bilan bog'liq.

Qo'shimcha nurlanishlarning shiddatliligi uzatkich antennasidagi mos tebranishlarning quvvati bilan xarakterlanadi. Masalan, xalqaro me'yorlarga ko'ra, radiouzatkichlar 30 МГц gacha bo'lgan chastotalarda asosiy nurlanishlar quvvatidan 10000 marta (40 дБ ga) kam va 50 мВт dan ko'p bo'lmagan qo'shimcha nurlanishlar quvvatiga ega bo'lishi kerak.

Eshittirish signallarini uzatish sifatini belgilovchi elektroakustik ko'rsatkichlar eshittirish elektr kanalining o'xshash parametrlaridan ko'p ham farqlanmaydi, chunki uzatkich elektr kanalining bir qismi bo'lib, uning ikkilamchi taqsimlash trakti xizmat qiladi.

Ayrim farqlar bu ko'rsatkichlar 1000 Гц chastotali signal bilan hamda belgilangan modulatsiya koeffitsiyentiga mos keluvchi signal sathiga nisbatan me'yorlanishi va o'lchanishi bilan belgilanadi. Amplituda chastotali farqlar tavsiflari uchun bu koeffitsiyent 50% ga teng. Garmonika koeffitsiyentlari modulatsiya koeffitsiyentlari 10%, 50% va 90% ga teng qiymatlarda o'lchanadi va bu uzatkichlardagi modulatsiya koeffitsiyenti katta bo'lganda, ikki tomonlama cheklash, modulatsiya koeffitsiyenti kichik bo'lganda, "markaziy kesib tashlash" turlaridagi buzilishlar bilan belgilanadi. Integral xalaqitlar va psofometrik shovqinlarning himoyalanganligi 100% modulatsiyalangan signal sathlariga nisbatan o'lchanadi. Integral xalaqitlardan himoyalanish koeffitsiyenti "дБ" larda ham o'lchanishi va ifodalanishi mumkin.

Radiouzatkich qurilmalari quvvat kuchaytirgichlarining xususiyatlari. Radiouzatish qurilmalarida quvvat kuchaytirgichlarini

tashqaridan qo‘zg‘atiladigan generatorlar deb ataladi. Chiqish konturining yuklamasi vazifasini kuchaytirilgan chastota tebranishlariga sozlangan kontur bajaradi. Radiouzatish qurilmalari quvvat kuchaytirgichlariga bo‘lgan talab ikki xususiyati bilan ajralib turadi:

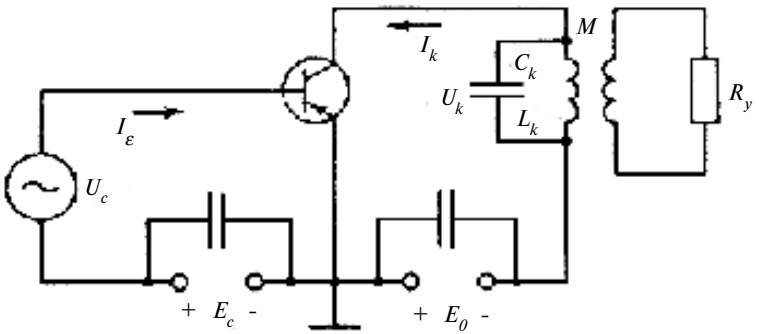
— birinchidan, kichik yo‘qotishlar bilan katta chiqish quvvatini olish talab etiladi;

— ikkinchidan, tovush chastotalari kuchaytirgichlarida bo‘lganidek, kuchaytirilayotgan tebranishlar shaklini saqlash shart emas.

Tashqaridan qo‘zg‘aluvchi generator (TQG) — doimiy tok manbayi quvvati P_0 ni yuqori chastotali $P_к$ quvvatga o‘zgartiradi. Tashqaridan qo‘zg‘aluvchi generator uning kirishiga faqat tashqaridan P_{kir} (qo‘zg‘atgichdan) signal berilgandagina ishlaydi. Bunda $P_{kir}<P_k$. TQG ning asosiy ish ko‘rsatkichlari: P_k yuklanishdagi radiochastota quvvati, generatorning FIK $\eta_g=P_k/P_0$, quvvat bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyenti $K_r=P_k/P_{kir}$, yuklama ichidagi va band etilmagan chastotalar polosasidagi M tashqaridagi tebranishlar spektri, o‘z-o‘zidan qo‘zg‘alishning yo‘qligi.

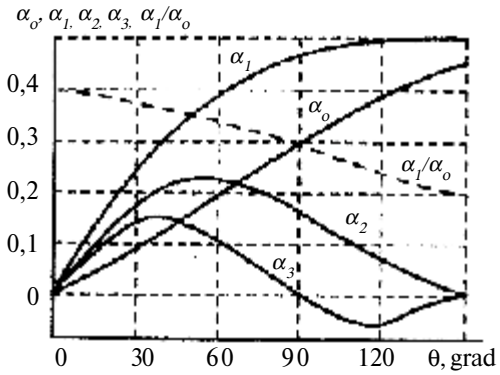
TQG kuchaytiruvchi asboblar sifatida ikkiqutbli va maydon tranzistorlari, qulfli generatorlarda esa tiristorlar qo‘llaniladi. Yarimo‘tkazgichli asboblar kichik va o‘rta uzatkichlarda qo‘llaniladi.

TQG ning energetik nisbatlarini (2.2-rasmdagi) tranzistor kaskadi misolida ko‘rib chiqamiz.



2.2-rasm. Tranzistorli quvvat kuchaytirgich sxemasi.

Asosiy energetik tavsiflarga quyidagilar kiradi: manbadan iste’mol qilinayotgan quvvat, $P_0=0,5\ I_k\ E_0$, yuklamada ajratiladigan foydali quvvat, $P_k=0,5I_kU_k$, qo‘zg‘atuvchi manba quvvati $P_c=0,5I_{b1}U_c$. FIK (elektron FIK) $\eta=P_k/P_0=0,5[(I_kU_k)/(I_{k0}E_0)]$ va quvvat bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyenti $K_p=P_k/P_c=(I_kU_k)/(I_{b1}U_c)$. Keltirilgan nisbatlardan ko‘rinib turibdiki, K_p va η lar tranzistor toklarining garmonik tarkiblari bilan aniqlanadi, ular esa, o‘z navbatida kesish burchagining funksiyasidir. Kosinusoidal impulslari yoyilish koeffitsiyentlarining kesish burchagi θ ga bog‘liqlik grafiklari 2.3-rasmda keltirilgan.



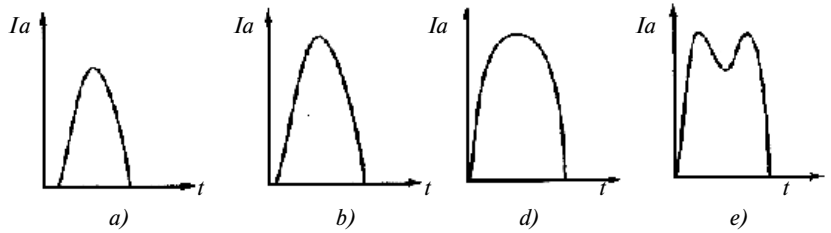
2.3-rasm. Yoyilish koeffitsiyentlarning qirqish burchagiga bog‘liqligi.

Grafiklardan ko‘rinib turibdiki, har bir garmonika uchun optimal kesish burchagi mavjud, bunda garmonikalarning impulslardagi miqdori maksimal bo‘ladi. Maksimum foydali quvvat $\theta_{opt}\approx120^\circ/n$ ifodaga mos. Birinchi garmonika uchun n=1 va $\theta_{opt}=120^0$, ikkinchi garmonika uchun (n=2) mos ravishda va $\theta_{opt}=60^0$ va h.k. N-garmonika toki amplitudasi esa, undan past garmonika toki amplitudasidan hamma vaqt kam.

Shuni ham aytish lozimki, $\theta = 90^\circ$ bo‘lganda koeffitsiyent $\alpha_3=0$ bo‘ladi, ya’ni tok spektrida uchinchi va undan yuqori turgan toq garmonikalar bo‘lmaydi. Manba energiyasi E_0 ni radiochastotalar tebranishlari energiyasiga o‘zgartirish samaradorligi son jihatidan elektron FIK (η) bilan aniqlanadi. Agarda $I_{k0}=I_{k0}^{\alpha0}I_{k1}=I_{km}^{\alpha1}$ bo‘lsa, unda $\eta_э=\alpha_1U_k(\alpha_oE_o)$ bo‘ladi, bu yerda α_1/α_o — tok impulsi shakli koeffitsiyenti, u_k/E_0 —

kollektor (anod) kuchlanishidan foydalanish koeffitsiyenti. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, $0<\theta<120^\circ$ bo‘lganda, θ kamayishi bilan foydali quvvat kamayadi, $\eta_э$ oshadi (2.4-rasmda shtrixli chiziq) va θ nolga tong bo‘lganda, maksimum qiymatga erishadi. Ammo, bunday rejim fizik ma’noga ega emas, chunki P_k va P_0 nol qiymatlarini oladi, Amalda $\theta=90^\circ$ teng. Bunda foydali quvvat maksimal qiymatdan 7% ga kam, $\eta_э$ esa deyarli 1,2 marta ko‘p ($\eta_э$=73%). Bundan ham kattaroq qiymatlarni TQG uchun kalit rejimida ishlaydigan tranzistorli sxemalarda tranzistorlarning to‘yinish holatida tok impulslari shakllanayotgan paytda olish mumkin. Bu sxema ishining ishonchliligini oshiradi, chunki tranzistorlarda berilgan generatsiyalanadigan quvvat yo‘qolishi minimal; tranzistor parametrlari generatsiyalanadigan quvvatga kam ta’sir etadi; ishlab chiqarishda generatorni sozlash soddalashadi.

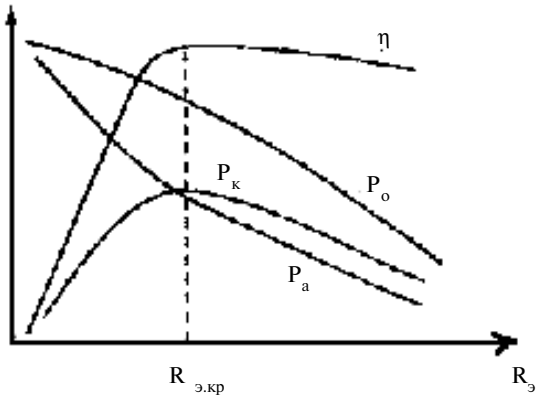
Shuni ham aytish lozimki, anod toki impulsi shaklini to‘r toklari buzishi mumkin, chunki past anod kuchlanishi paytida, to‘rdagi kuchlanish musbat bo‘lganda, umumiy katod tokining katta bir qismi to‘rga tarmoqlanib ajralib o‘tadi. To‘r tokining ta’sir darajasi generator ishining keskinligini bildiradi. Keskinligi bo‘yicha generatorning uch ish rejimi farqlanadi: *keskinlashmagan rejim* anod toki impulsining o‘tkir cho‘qqili shakli bilan xarakterlanadi; *kritik rejim* — anod toki impulsining uchi birmuncha kesilgan bo‘ladi va o‘ta *keskin rejimda*, anod toki impulsi cho‘qqisida cho‘kma hosil bo‘ladi (2.4-rasm).



2.4-rasm. Lampaning keskinlashmagan (a,b), kritik (d) va keskinlashgan (e) ish rejimlari.

Keskinlik ish rejimi ko‘p jihatdan yuklama qarshilik qiymati (konturning ekvivalent qarshiligi $R_э$) bilan belgilanadi, chunki uning lampa anodidagi kuchlanishi mana shu qiymatga bog‘liq.

Quvvat va FIK larning yuklama qarshilikka bog‘liqligi yuklama tavsiflari bilan ifodalanadi (2.5-rasm).



2.5-rasm. Oxirgi kaskad FIKi va quvvatining yuklama qarshiligiga bog‘liqligi.

Konturdagi tebranma quvvat $P_{k1}=U_{k1}I_{k1}/2$ kritik rejimda maksimal qiymatga ega ($P_э=P_{э.кр}$). Keskinlashmagan rejimda konturdagi kuchlanish U_{k1} kichik, chunki konturning $R_э$ qarshiligi katta emas. O‘ta keskinlashgan rejimda anod toklari impulsida hosil bo‘lgan cho‘kmalar birinchi garmonika toklarini I_{a1} kamaytiradi.

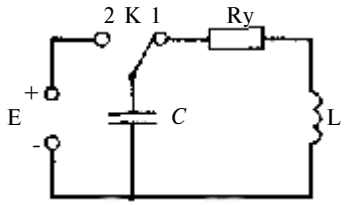
Tavsiflardan yana shu narsa ko‘rinadiki, yuklanish qarshiligi oshgan sari iste’mol qilinayotgan quvvat P_0 kamayadi. Ammo keskinlashmagan rejimda bu kamayish unchalik katta emas, chunki anod tokining impulsi shakli deyarlik o‘zgarmaydi. O‘ta keskinlashgan rejimda P_e qarshiligi oshganda, anod toki impulslarida cho‘kma hosil bo‘lishi va shunga mos holda o‘zgarmas anod tokining tarkibi kamayshi hisobiga keltirilgan quvvat keskin kamayadi.

Anoddagi sochilish quvvati R_a keltirilgan va tebranma quvvatlar ayirmasiga teng. Keskinlashmagan rejimda sochiluvchi quvvat shu darajada katta bo‘lishi mumkinki, lampaning anodi erib ketadi, bu xususan, quvvat kuchaytirgichi kichik burchakli qirqilish rejimida ishlayotganda tovush generatori o‘chirib qo‘yilsa sodir bo‘ladi.

Yuqori chastotali tebranishlarni generatsiyalash. Yuqorida bayon etilgan generatorning ishlashi uchun uni tashqaridan qo‘zg‘atish zarur. Shuning bilan birga shunday tebranish sinflari borki, ularning paydo bo‘lishi uchun biron-bir tashqi qo‘zg‘atuvchining bo‘lishi shart emas. Ular go‘yoki o‘z- o‘zidan maxsus paydo bo‘lib, ma’lum shakl, parametrlari, o‘zlarining xususiyatlariga ega.

O‘z-o‘zidan ma’lumki, ular yo‘q joydan paydo bo‘lmaydilar. Ularning paydo bo‘lishi uchun ma’lum shart-sharoitlar, sabablar bor. Mustaqil shakllanuvchi tebranishlar *avtotebranishlar*, ularni yuzaga keltiruvchi qurilmalar esa *avtogeneratorlar* deb ataladi, keyinchalik ularni oddiygina qilib generatorlar deb ataladi. Avtotebranishlarning o‘z-o‘zidan kelib chiqishiga sababchi bo‘ladigan omillar aniqlanadi. Buning uchun oddiy LC parallel tebranish konturiga murojaat qilinadi. Agarda konturga qisqa vaqt ta’sir (masalan, impulsli ta’sir) etilsa, unda sinusoidal qonun bo‘yicha o‘zgaradigan elektr to‘lqinlari paydo bo‘ladi. Elekrotexnikadan ma’lumki, tebranishlar jarayoni konturda uzluksiz uzoq vaqt davom etmaydi, ertami-kechmi, u so‘nadi. So‘nish sabablari ham ma’lum: konturdagi yo‘qotishlar tufayli tebranish energiyasi uzluksiz kamayib, sochilib boradi. Oxir-oqibatda tebranishlar nolga yaqinlashadi.

Demak, tebranishlar butunlay yo‘qolib ketmasligi uchun sochiluvchi energiyani to‘ldirib turish, konturda ta’minlash manbayi bo‘lmaganligi sababli, uni tashqaridan bajarish kerak. Buning uchun tashqi manba sifatida kuchlanish yoki tokniig o‘zgarmas manbayini olish kerak. 2.6-rasmdagi sxemaga e’tibor qilamiz. Agarda LC konturda tebranishlar bo‘lmaganda, kalit K ni 2-holatga o‘tkazsak,C kondensatori E manba kuchlanishi qiymatigacha zaryadlanib, qandaydir miqdordagi energiya oladi. Kalit K ni 1-holatga o‘tkazganimizda, konturda erkin tebranishlar paydo bo‘ladi. Tebranishlar so‘nmasligi uchun (R_y yo‘qolish qarshiligi hisobiga), tebranishlar jarayoni taktiga mos ravishda C kondensatorini E manbayiga ulab turamiz. Natijada, kondensator manbadan muttasil ma’lum miqdorlarda zaryadlanib, o‘z energiyasini to‘ldirib turadi.

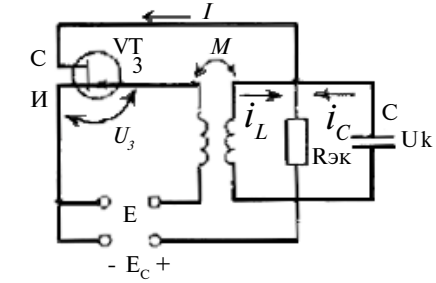


2.6-rasm. LC – konturdagi tebranishlarga oid.

Buning evaziga konturdagi tebranishlar so‘nmaydigan bo‘ladi. Konturdagi tebranishlarni ushlab turish uchun K kalitni ularga sinxron ravishda ulab turish kerak. Buning uchun uzib-ulash komandasini beruvchi boshqaruv zanjiri (teskari aloqa zanjiri) bo‘lishi kerak. Ko‘rinib turibdiki, $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ chastotali tebranishlar davriyligini belgilab beruvchi konturning o‘zi mana shu komandalarning manbayi bo‘lmog‘i lozim.

Ko‘rib chiqilgan eng oddiy sxema garmonik tebranishlar avtogeneratorining modeli deb hisoblanishi mumkin. Bu modelning amaldagi ijrosi 2.7-rasmdagi sxemada ko‘rsatilgan. Bu yerda LC — kontur chastota ishlab beruvchi halqa, VT maydon tranzistorining stok (kirish) zanjiriga ulagan E_c o‘zgarmas kuchlanish energiya manbayi bo‘lib xizmat qiladi. Kalit (K) rolini tranzistorning zatvori bajaradi. Zatvordagi kuchlanish (U_3) stok toki (I) ni boshqaradi. Bu tokning o‘zgaruvchan tarkibi kontur energiyasini to‘ldiradi. Teskari aloqani konturning L g‘altagi bilan induktiv bog‘langan L_{aloqa} g‘altagi ta’minlaydi. Teskari aloqa darajasi o‘zaro induksiya koeffitsiyenti M bilan aniqlanadi. Tranzistor K kalit vazifasini bajaribgina qolmay, o‘zining kuchayishi hisobiga konturga kerakli energiya miqdorlarini kelib turishini ta’minlab, teskari aloqaga ham “yordam” beradi.

Zatvor zanjiridagi qo‘shimcha E manba tranzistorning ishlash rejimini belgilaydigan ikkinchi darajali vazifani bajaradi. Shunday qilib, generatsiya uchun kerakli bo‘lgan va generator modeli (2.6-rasm) da ko‘rsatilgan barcha elementlarni biz 2.7-rasmdagi prinsipial sxemada ham ko‘ramiz.



2.7-rasm. Avtogenerator sxemasi.

Ammo tebranishlar generatsiyasi uchun yana qo‘shimcha sharoitlar kerak. Nima uchun? Birinchidan, tebranishlar paydo bo‘lishi (fazalar balansi) uchun, ikkinchidan, paydo bo‘lgan ma’lum amplituda va chastotadagi tebranishlarni so‘nib qolmasligi (amplituda balansi) uchun.

Tabiiyki, generatorda va har qanday zanjirda tebranishlar o‘z-o‘zidan paydo bo‘lmaydi. Qandaydir ichki yoki sirtqi tomondan turtki bo‘lishi kerak. E_k manba kuchlanishi ulangandagi paydo bo‘lgan tok bilan bog‘liq vaziyatni ko‘rib chiqamiz. Stok toki I paydo bo‘lganda konturdagi C kondensatori zaryadlanadi va konturda so‘nuvchi erkin tebranishlar paydo bo‘ladi. L g‘altakdan o‘tayotgan o‘zgaruvchan i_L toki o‘zaro induksiya hisobiga L_{aloqa}, aloqa g‘altagida o‘zgaruvchan U_3 kuchlanishni paydo qiladi.

Zatvorga ulangan bu kuchlanish stok tokining pulsatsiyasini keltirib chiqaradi. Uning tebranishi tarkibidagi o‘zgaruvchan tok konturda o‘zgaruvchan U_k kuchlanishni paydo qiladi. Haqiqatda esa, U_k kuchlanishi tranzistor zatvorining kuchaytirilgan kuchlanishidir. Zatvordagi kuchlanish chastotasi konturning xususiy tebranish chastotasiga teng.

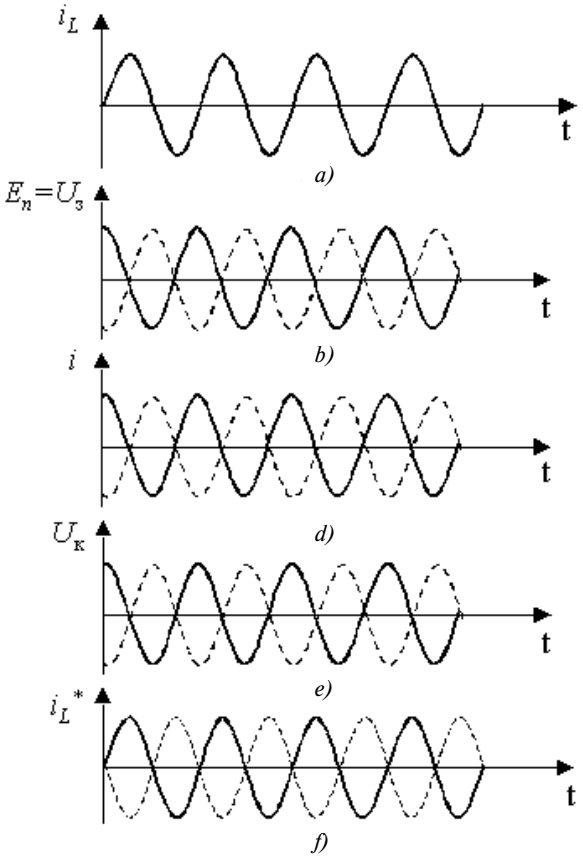
Demak, stok tokining o‘zgaruvchan qismi chastotasi ham shu chastotaga teng. Shuning uchun ham konturda hamma vaqt avtomatik ravishda toklar rezonansi bo‘ladi va LC kontur stok tokining o‘zgaruvchan qismi uchun katta rezistiv $R_{эк}$ qarshiligi bo‘lib xizmat qiladi. O‘z-o‘zidan qo‘zg‘alish uchun teskari aloqa yetarlicha katta bo‘lishi kerak, aks holda zatvordagi o‘zgaruvchan kuchlanish stokda juda kichik o‘zgaruvchan tok hosil qiladi va uning energiyasi konturdagi yo‘qolishlarni qoplash uchun yetarli bo‘lmaydi.

Xususan generator kuchaytirgichga o‘xshaydi. Konturda paydo bo‘lgan tebranishlar teskari aloqa natijasida kuchaytirish elementining kirishiga uzatiladi, element vositasida kuchaytiriladi va konturda ajratilib, yana tranzistorlarning kirishiga beriladi, yana kuchaytiriladi va h.k.

Tebranishlar amplitudasi oshib, ma’lum darajaga yetadi. Aslida generator kontur xususiy tebranishlarining kuchaytirgichidir. Shu sababli (agarda o‘z-o‘zidan uyg‘onish shartlari bajarilsa) har qanday kuchaytirgich generatorga aylanishi mumkin. Masalan, xonaning noqulay akustikasi yoki zanjirlarning ekrani yomonligi

sababli, kuchaytirgichning o‘z-o‘zidan qo‘zg‘alishiga olib keluvchi akustik yoki elektr teskari aloqa kanallari paydo bo‘ladi. Mana shunisi, mikrofon kuchaytirgichi tovush tebranishlari generatoriga aylanadi. Bu o‘rinda teskari aloqa zararli rolni bajaradi.

Endi statsionar rejimdagi generatorga xos amplituda va chastotalari o‘zgarmas tebranishlarni saqlash shartlarini ko‘rib chiqamiz. 2.8-rasmda 2.7-rasmdagi generator sxemasining turli nuqtalaridagi tok va kuchlanish diagrammalari ko‘rsatilgan.



2.8-rasm. Avtogeneratordagi kuchlanishlar diagrammasi.

Shuni ta’kidlash lozimki, bu diagrammalarda faqat o‘zgaruvchan tok va kuchlanish tarkiblari inobatga olingan, chunki faqat

shulargina jarayon rivojida asosiy rol o‘ynaydi. Dastlabki tebranish deb, LC konturning (a) induktiv tarmog‘idan oqayotgan i_L tokini olamiz. i_L toki hisobiga teskari aloqa g‘altagi $L_{bog‘}$ da EYK E_n paydo bo‘ladi, bir vaqtning o‘zida bu kuchlanish tranzistorning kirish kuchlanishi hisoblanadi (b). EYK E_n tok i_L bilan oddiy $E_n = \div M di_L/dt$, o‘zaro nisbatda bog‘langan. Bu nisbatdagi «+» yoki «-» ishoralari L va $L_{bog‘}$ g‘altaklar qanday o‘ralgan va ular o‘zaro qanday bog‘langanligiga bog‘liq. Har qanday holatda ham EYK E_n tok i_L ga nisbatan 90° ga surilgan, ya’ni kosinusoidal tebranishni tashkil qiladi. Biroq, E_n dan o‘zadimi yoki orqada qoladimi, bu yuqorida keltirilgan formulaga binoan g‘altaklardan birining keti qanday ulanganligiga bog‘liq.

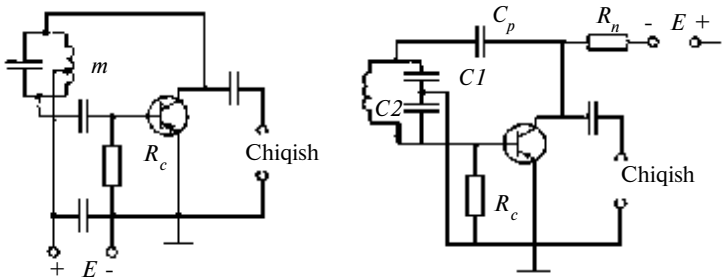
Bizning holatda E_n tok i_L dan faza bo‘yicha 90° ga o‘sayapti (yaxlit chiziq). Kirish kuchlanishi $U_z = E_n$ tok I ni o‘sha fazada o‘zgartiradi (g). i toki generator konturida (e) tushish kuchlanishini hosil qiladi. Kontur chastotasining boshqaruvchisi bo‘lgani va tebranishlar konturning ω_0 rezonans chastotasida amalga oshirilishi tufayli, U_k kuchlanish fazasi i toki fazasiga mos.

Kontur qarshiligi $R_{эк}$ rezistiv xarakterga ega. Konturning induktiv bo‘g‘inida i_L' toki U_k kuchlanishdan fazasi bo‘yicha 90° ga orqada qoladi (d). i_L' tokini mavjud i_L kontur tokiga orttirma deb hisoblash mumkin. Haqiqatan ham i_L' toki $L_{bog‘}$ g‘altakda paydo bo‘lgan E_n EYK ga bog‘liq. Agarda EYK nolga teng bo‘lganda, hech qanday tebranishlar bo‘lmas edi. $L_{bog‘}$ g‘altagidan ilashgan EYK qanchalik ko‘p bo‘lsa, i_L' tokining amplitudasi ham shunchalik katta bo‘ladi. i_L' tokining i_L tokiga nisbatan orttirma qiymati bu tok fazalari mos bo‘lganda musbat yoki tok fazalari 180^0 ga siljigan holatda manfiydir. Birinchi holda i_L' toki i_L tokini ko‘paytiradi, ikkinchi holda esa kamaytiradi.

Endi $L_{bog‘}$ g‘altaklar simlari uchini almashtirsak, E_n EYK i_L tokidan fazasi bo‘yicha 90° orqada qoladi (yuqoridagi formula ishorasi o‘zgaradi) va boshlang‘ich qiymatiga teskari bo‘lib qoladi. Shu tebranishlar diagrammada (b) shtrixlangan chiziqlar bilan ko‘rsatilgan. Keyingi bo‘ladigan jarayonlar ular diagrammada shtrix chiziqlar bilan ko‘rsatilgan yuqorida tavsiflangandek kechadi. Natijada i_L' toki kutilganidek, i_L tokiga teskari fazada bo‘ladi.

Demak, i_L' toki nafaqat i_L tokini oshiradi, aksincha, konturning so‘nishini oshirib, uni kamaytiradi. Teskari aloqa manfiy bo‘lib, bunda o‘z-o‘zidan uyg‘onish va paydo bo‘lgan tebranishlarni saqlab qolishning iloji bo‘lmaydi. Musbat va manfiy teskari aloqa ta’sirini mexanik mayatnik misolida tushuntirish juda qulay. Agar mayatnikni tebranish yo‘nalishiga mos ravishda itarib turilsa, u tebranib turadi va, aksincha, tebranish yo‘nalishiga teskari itarsak u sekinlashadi.

Shunday qilib, generatorni o‘z-o‘zidan uyg‘onishi va undagi so‘nmas tebranishlarni saqlab qolish uchun ikkita shart bajarilishi kerak: teskari aloqa musbat bo‘lishi, uning qiymati esa konturdagi sochilgan energiyani kompensatsiyalashga yetarli bo‘lishi kerak. Ko‘rib chiqilgan holatlar avtogeneratorda bo‘lib o‘tadigan fizik jarayonlar sifatini ko‘rsatadi, xolos. 2.9-rasmda ikkita o‘z-o‘zidan uyg‘onadigan generatorlar sxemasi ko‘rsatilgan. 2.9-*a* rasmda avtotransformatorli aloqa qo‘llanilgan: kuchaytirgich kirishiga g‘altakning m nuqtasidan chiqarilgan sim yordamida konturdan kuchlanishning bir qismi uzatiladi.



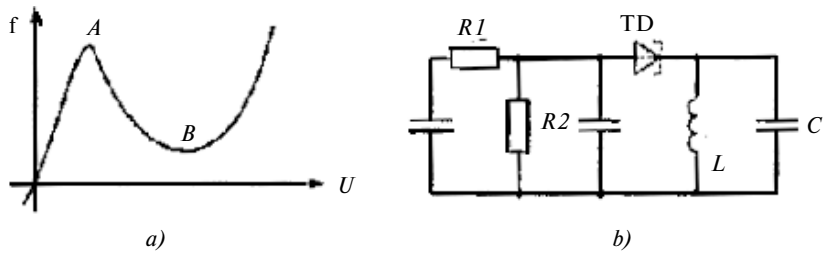
2.9-rasm. Avtogeneratorlar sxemalari.

2.9-*b* rasmda sig‘imli aloqa qo‘llanilgan. To‘la sig‘im ketma-ket ulangan C1 va C2 kondensatorlardan hosil qilingan, kuchaytirgichning kirishiga esa, kuchlanish C2 kondensatoridan uzatiladi. Kuchaytirilgan tebranishlar konturga C_p kondensatori orqali beriladi, kuchaytirish elementiga esa ta’minot kuchlanish R_p qarshilik orqali boradi. Barcha sxemalarda kuchaytirish elementining boshqarish elektrodi va umumiy nuqta o‘rtasiga R_c qarshiligi ulangan, bu qarshilik generatsiyalanadigan tebranishlar amplitudasini stabillashga yordam beradi. Undan o‘tayotgan tok tushish kuchlanishini hosil qiladi.

R_c qarshiligidan o‘tayotgan tok amplitudasi oshgan sari tushish kuchlanishi ham orta boradi, boshqarish elektrodidagi siljish kuchlanishining o‘zgarishi kuchayishni pasaytiradi. Tebranish amplitudasi pasaygan sari bu kuchlanish kamaya boradi, kuchayish esa ortadi va dastlabki tebranish amplitudasini saqlash imkonini beradi.

Ditsimetrli va santimetrli to‘lqin diapazonlaridagi teskari aloqali generatorlar, avval bayon etilganlaridan uncha farq qilmaydi. Ular faqat tebranish konturi konstruksiyasi bilangina farqlanadi, qisqa to‘lqinlarda esa kuchaytirish elementlarining turi bilan ham ajralib turadi. Ditsimetrli va santimetrli to‘lqinlarda mos ravishda qisqa tutashtirilgan koaksial liniya bo‘laklari va to‘lqin uzatgichlar hamda hajmiy rezonatorlardan foydalaniladi.

Santimetrli to‘lqinlarda kuchaytirish elementi sifatida klistronlar va yuguruvchi to‘lqin lampalari qo‘llaniladi. Zarur hollarda yuqori chastota stabilligi ta’minlangan generatorlarda minimal quvvatli kuchaytirish elementlarini qo‘llash qulay, chunki bu elementlar kam issiqlik chiqaradi va generator temperaturasining stabillashuvi osonlashadi. Generator temperaturasining stabillashuvi esa doimiy chastota garovidir. Kam quvvatli tranzistor va tunnel diodlari keng qo‘llaniladi. Tunnel diodining tavsifi pasayuvchi uchastkaga ega bo‘lib, shu uchastka oralig‘ida manfiy qarshilik mavjud (2.10-*a* rasmda AB uchastka).



2.10-rasm. Tunnel diodli avtogenerator.

Yuqorida keltirilgan sxemalardan ko‘rinib turibdiki, teskari aloqali avtogeneratorda kuchaytirgich manfiy qarshilik bilan shuntlangan tebranish konturiga ekvivalent; tunnel diodi qo‘llanganda manfiy qarshilikka ega bo‘lish ancha qulay, u AB qiyalik uchastkasida

ishchi nuqta tanlash yo‘li bilan aniqlanadi. Tunnel diodi LC konturga (2.10-*b* rasm) parallel yoki ketma-ket ulanadi. Ishchi nuqta kuchlanishni bo‘luvchi R1 va R2 qarshiliklari orqali o‘rnatiladi. Tunnel diodli generatorlarini radiotexnika chastota diapazonlarining istalgan chastotalari uchun, hatto, millimetrli to‘lqin diapazonlari uchun ham qurish mumkin.

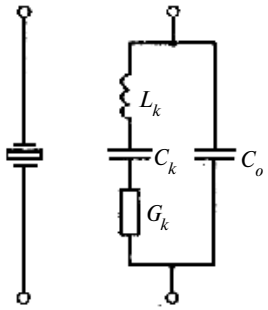
Chastota stabilizatsiyasi. Konturdagi erkin tebranishlar chastotasi konturning induktivligi va sig‘imiga bog‘liq. Bu parametrlar g‘altak va kondensator xususiyatlariga bog‘liq bo‘libgina qolmay, balki tebranish konturiga ulangan tashqi zanjirlarga ham bog‘liqdir. Atrof-muhit harorati va boshqa parametrlari induktivlik va sig‘imning ko‘rsatkichlarini o‘zgartirish va ular orqali konturning tebranish chastotasiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Generator misolida bu hol, generatsiyalanayotgan tebranishlar chastotasining o‘zgarishiga olib keladi. Bu o‘zgarish tashqi zanjirlardagi har qanday o‘zgarishlar va sozlashlar paytida ham yuz beradi. Kuchaytirish elementining ichki sig‘imi hamda kirish-chiqish faol qarshiliklari berilgan manba kuchlanishiga bog‘liq. Shuning uchun tranzistor yoki tunnel diodi hamda generator tarkibiga kirgan yoki unga ulangan boshqa elektron elementlar ta’minot kuchlanishining o‘zgarishi ham chastotani o‘zgartiradi.

Mexanik silkinishlar, urilishlar ham induktivlik, sig‘imning o‘zgarishiga olib keladi va o‘z navbatida, chastotaning o‘zgarishiga sababchi bo‘ladi. Harorat o‘zgarishini stabillash maqsadida tebranish konturi yasaladigan materiallarni tanlashga ham alohida ahamiyat beriladi. Kontur tarkibiga qo‘shimcha kompensatsiyalovchi kondensator ulanadi, maxsus tanlangan izolatsiya materiali ishlatilishi hisobiga harorat oshganda kondensator sig‘imi kamayadi va chastota oshadi, bu esa boshqa elementlarga harorat ko‘rsatgan ta’sir natijasida pasaygan chastota o‘rnini qoplaydi.

Tashqi harorat va tashqi muhitning boshqa xususiyatlarining generatorga ta’sirini bartaraf etish maqsadida, generator harorati stabillashtirilgan, zich berkitilgan termostat kameraga joylashtiriladi. Konturga ulangan tashqi zanjir va elementlar ta’sirini kamaytirish uchun, konturning ular bilan, xususan yuklama bilan ham bog‘lanishi susaytiriladi. Yuklama ta’sirini kamaytirish maqsadida, uning bilan generator o‘rtasiga oraliq “bufer” kuchaytirgichi

qo‘llaniladi. Ta’minot kuchlanishning nobarqarorligini bartaraf etish maqsadida stabilizator qo‘llaniladi. Generatorga bo‘ladigan mexanik silkinishlar ta’siri amortizatsiya, ya’ni maxsus osma mexanizmlarni qo‘llash orqali kamaytiriladi.

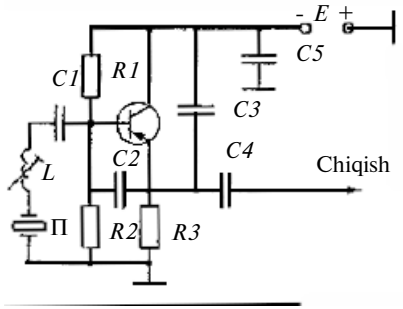
Stabil tebranish chastotalari olishning samarali usullaridan biri generatorga kvarsli rezonatorni ulashdir. Bunday rezonator kvars kristalidan qirqilgan plastinkadan iborat bo‘lib, ikkita metall plastinalar (elektrodlar) orasiga joylashtiriladi. Kvars plastinkalari pezoelektr effektiga ega. Mexanik deformatsiyalash natijasida plastinalar yuzasida elektr zaryadlari paydo bo‘ladi (to‘g‘ri pezoelektr effekti); elektr maydoni ta’siri ostida plastina deformatsiyalanadi va elektr zaryadlari yuzaga keladi (teskari pezoelektr effekti). Agarda berilgan kuchlanish o‘zgaruvchan bo‘lsa, plastina mexanik tebranadi. Kvars plastinasi har qanday elastik jism kabi, uning o‘lchamlariga bog‘liq mexanik tebranishlar rezonans chastotasiga ega. Elektr zanjiriga ulangan bunday plastinka oddiy rezonans tizimini hosil qiladi, ya’ni tebranish konturi xususiyatlariga ega bo‘ladi.



2.11-rasm. Kvarsli rezonatorning elektr

Kvarsli rezonatorning ekvivalent elektr sxemasi 2.11-rasmda keltirilgan. Kvarsli rezonator ikkita rezonans chastotaga ega: ketma-ket rezonans chastotasi $\omega_K = 1/\sqrt{L_K C_K}$ va parallel rezonans chastotasi $\omega_0 = 1/\sqrt{L_K (C_K C_0)(C_K + C_0)}$. Ketma-ket ulangan C_k va C_0 sig‘imlari C_k dan kichik bo‘lganligi uchun, $\omega_0 > \omega_k$. Shuni aytish lozimki, bu chastotalar orasidagi farq bir necha yuz gersga teng. C_0 tashqi zanjirga bog‘liq bo‘lganligi uchun uning ω_0 ga qaraganda barqarorligi kamroq. Kvarsli generatorning eng yaxshi xususiyatlaridan biri shundaki, uning parametrlari ta’minot kuchlanishi va tashqi harorat o‘zgarishlariga unchalik bog‘liq emas. Masalan, tashqi harorat 1°C ga yoki ta’minot kuchlanishi 0,1 B ga o‘zgarganda kvarsli generator chastotasiniig nisbiy o‘zgarishi 10^{-8} dan oshmaydi. Shuning uchun ham avtogeneratorlar chastotasini stabillashtirishda asosan kvarsli rezonatorlar qo‘llaniladi. Kvarsli rezonator avtogeneratorlarining faol (kuchaytiruvchi) elementi (lampa, tranzistor, tunnelli diod, integral modul va

boshqalar), rozonatorni ulash usuli va joyi bilan farqlanib turuvchi juda ko‘p sxemalari mavjud. Ko‘pincha generatorning faol elementi sifatida tranzistor va tunnelli diod qo‘llaniladi. Kvarsli avtogeneratorning amaliy sxemalaridan biri 2.12-rasmda keltirilgan.



2.12-rasm. Kvarsli avtogenerator sxemasi.

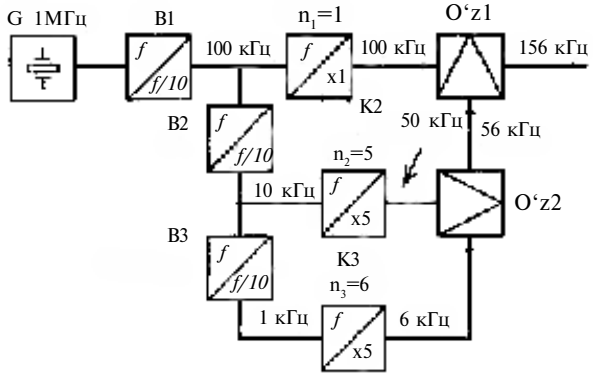
Kvarsli rezonator ketma-ket rezonans chastotasi ω_k ga yaqin chastotada uyg‘onadi. Rezonator bilan ketma-ket ulangan L g‘altak chastotani korreksiyalash uchun mo‘ljallangan. Tranzistorning ishchi nuqtasi R1—R2 rezistorlari bilan aniqlanadi. C1 va C2 kondensatorlari П rezonatori hamda L g‘altak bilan sig‘imli uch nuqta sxemasini tashkil etadi.

Zamonaviy uzatkichlar bir chastotada emas, balki keng chastotalar diapazonida ishlash uchun mo‘ljallangan. Uzatkich qaysi chastotada ishlashidan qat’i nazar, talab qilingan chastota stabilligini ta’minlashi zarur. Har bir chastota uchun kvarsli generator ishlatish maqsadga muvofiq emas. Shuning uchun maxsus qurilmalar — *chastota sintezatorlari* ishlab chiqilgan bo‘lib, ularda stabil tayanch generatori asosida chastotalarni bevosita yoki bilvosita sintez qilish usullaridan foydalaniladi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri sintez qilishda sintezatorning chiqish chastotasi ko‘pdan-ko‘p ketma-ket bajariladigan operatsiyalar, ya’ni tayanch generatori tebranishlarini bo‘lish, ko‘paytirish, qo‘shish va ayirish natijasida olinadi.

Chastotalarni bo‘lish maxsus kaskadlar – chastota bo‘lgichlari vositasida bajariladi, bu o‘rinda triggerlardan foylalanish mumkin. Ko‘paytiruvchilar sifatida odatda garmonikalar generatori ishlatiladi. Ular chastotasi ko‘paytirilishi lozim bo‘lgan tebranishlardan qisqa impulslar hosil qiladi. Bu impulslarning spektri garmonikalarga boy. Tor polosali filtrlar yordamida impulslar spektridan tegishli garmonika signallari ajratiladi. O‘zgartirgichlarda (ayrim hollarda ularni aralashtirgichlar deb ataydilar) chastotalarni qo‘shish va ayirish jarayonlari bajariladi. O‘zgartirgich kirishiga chastotalari qo‘shilishi yoki ayrilishi kerak ikkita signal uzatiladi.

Ularning o‘zaro ta’sirida o‘zgartirgichda turli chastotalar kombinatsiyalarning tarkiblari paydo bo‘ladi, shu jumladan, yig‘indisi va ayirmasi, ulardan biri filtr yordamida ajratiladi.

Chastotalarning to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintezini 2.13-rasm orqali tushuntirish mumkin. Bunda: G – 1 МГц chastotani ishlab chiqaruvchi kvarsli generator; B1, B2, B3 — chastota bo‘lgichlari (10 ga); K1, K3, K3 — ko‘paytirish koeffitsiyenti o‘zgaruvchan chastota ko‘paytirgichi; O‘z1, O‘z2 —chastota o‘zgartirgichlari.



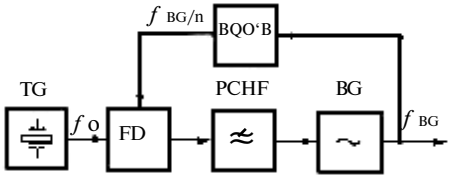
2.13-rasm. Chastota sintezatorining struktura sxemasi.

Faraz qilaylik, 156 кГц chastota olish kerak. Buning uchun B1, B2, B3 chastota bo‘lgichlari yordamida 100, 10 va 1 кГц chastota olinadi, K1, K2, K3 ko‘paytirgichlarini sozlovchi ulagichlarni $n_1=1$, $n_2=5$ va $n_3=6$ qiymatlarga o‘rnatib, ko‘paytirgichlar chiqishida mos ravishda 100, 50 va 6 кГц chastotalarni olamiz.

O‘z2 ning chiqishida 50+6=56 кГц chastotaga ega bo‘lgan jamlama signal ajraladi, O‘z1 dan so‘ng esa kerakli 156 кГц chastota olinadi. Ko‘paytirgichlar va o‘zgartirgichlardan so‘ng kerakli chastotalar rezonansli konturlar yoki filtrlar yordamida olinadi. Shuni ta’kidlash zarurki, keraksiz tarkiblar (qo‘shni garmonikalar, o‘zgartirgichlardagi qo‘shilma va ayirmalarning qoldiqlari) ni kamaytirish uchun ancha murakkab filtrlash qurilmalarini qo‘llash zarur. Bilvosita sintez sintezatorlarida ishchi chastota tebranishlari manbayi sifatida chastotasi bo‘yicha o‘zgartiriladigan

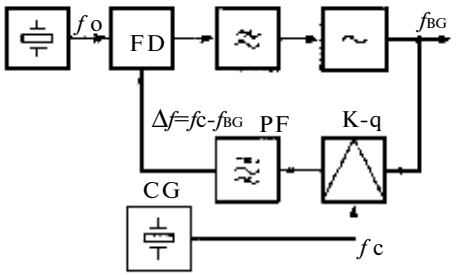
kuchlanish bilan boshqariladigan generator (BG) qo‘llaniladi. Boshqariladigan generatorning joriy chastotasi tayanch signal chastotasiga yoki tayanch generator signalidan olingan boshqa tebranish chastotasiga teng bo‘lgan chastotaga o‘zgartiriladi va u bilan solishtiriladi. Chastotalarni solishtirish natijasida xato signali ajraladi va boshqariluvchi generatorni sozlay boshlaydi. Bu operatsiyalarni bajaruvchi zanjir *Chastotalarni fazali avtosozlash tizimi* (CHFAT) deb ataladi.

Odatda ikki turdagi CHFAT qo‘llaniladi: boshqariluvchi generator chastotasini tayanch signal chastotasiga bo‘lish hamda ushbu zanjirdagi signallarni qo‘shish yoki ayirish ya’ni chastotani o‘zgartirish. Birinchi turdagi CHFATning ishlash prinsipi quyidagidan iborat (2.14-rasm): Kuchlanish bilan boshqariluvchi generator (BG) tebranishlari bo‘linish koeffitsiyenti o‘zgaruvchan bo‘lgich (BKO‘B) orqali faza detektorining kirishlaridan biriga beriladi. U chastotalar n marta bo‘ladi. Faza detektorining ikkinchi kirishiga tayanch generatori (TG) signali f_0 chastotada uzatiladi.



2.14-rasm. Birinchi turdagi CHFAT ning chastota sintezatori.

Faza detektorining chiqish kuchlanishi past chastotali filtr orqali boshqariluvchi generatorga shunday ta’sir etadiki, uning signal chastotasi n ga bo‘linganda tayanch generatori chastotasiga teng bo‘ladi. O‘zgaruvchan bo‘lgichning bo‘linish koeffitsiyentini o‘zgartirib, generator chastotasini f_0, chastotali qadamga teng qilib o‘zgartirish mumkin. Odatda BKO‘B sifatida raqamli elementlarga asoslangan impulslar schotchigi qo‘llaniladi. CHFAT tizimining ikkinchi turi 2.15-rasmdagi sxemada keltirilgan.



2.15-rasm. Ikkinchi turdagi CHFAT chastota sintezatori.

Boshqariluvchi generatorning tebranishlari f_{BG} chastotasi bilan va siljish generatori CG tebranishlari f_c chastotasi bilan chastota o‘zgartiruvchi (CHO‘) kirishiga beriladi. Uning chiqishida esa polosali filtr PF yordamida ayirma signal chastotasi $\Delta f = f_c - f_{BG}$ yoki $\Delta f = f_{BG} - f_c$ olinadi. Bu signal faza detektorining bir kirishiga uzatiladi, ikkinchi kirishiga esa, tayanch generatori signali f_0 beriladi. Detektorning chiqishida boshqaruvchi kuchlanish hosil bo‘lib, u boshqariluvchi generator chastotasini $\Delta f = f_0$ tengligi olinguncha o‘zgartiradi.

Siljish generatori sifatida chastotalarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri sintez qilish usuli asosida bajarilgan sintezatorni qo‘llash mumkin. Bilvosita chastota sintezi sintezatorining chiqish signali sifatida chiqish tebranishlarining yuqori sifatli spektrini ta’minlab beruvchi boshqariluvchi generator tebranishlari olinadi. Sintezatorning uncha katta bo‘lmagan o‘zgartirish qadamini olish uchun chastotasi uncha katta qiymatga ega bo‘lmay, mana shu qadam chastotasiga teng bo‘lishi kerak.

Odatda tayanch generatorlari chastotasi ancha yuqori bo‘lgan kvars rezonatorlarida bajarilgani uchun, chastotalar bo‘linishini talab etilgan darajagacha bajarish mumkin. Amaldagi chastota sintezatorlarida murakkab CHFAT lari ham qo‘llaniladi, bu esa, sintezatorlarning qayta sozlanishini va qo‘shimcha tarkiblari bilan kurashishni osonlashtiradi.

2.2. Radioqabulqilish qurilmalari

Radioqabulqilish qurilmalarining vazifalari va tasnifi. Radioqabulqilish qurilmalari radioaloqa, ovoz eshittirishi va televizion ko‘rsatuvlari, radionavigatsiya, radiolokatsiya, radioteleboshqaruv kabilar qo‘llaniladi. Radioqabulqilish qurilmalari quyidagilarni bajarish uchun barcha kerakli uzellarga ega bo‘lishi zarur:

– tashqi elektromagnit maydonlari antennada hosil qilayotganida barcha elektr tebranishlar yig‘indisidan kerakli radiouzatgich signalini ajratib olish;

– yuqori chastotali signalni kuchaytirish;

– detektorlash, ya’ni yuqori sifatli modullangan signalni modullashtirish qonuni bo‘yicha o‘zgaruvchi tokka aylantirish;

– detektorlangan signallarni kuchaytirish.

Signallarni keyingi o‘zgartirishlar radioqabulqilgichning mo‘ljallangan vazifasiga qarab bajariladi. Agarda qabulqilgich bir

kanalli radiotelefon aloqasi yoki ovoz eshittirish va televideniye eshittirishlari uchun mo‘ljallangan bo‘lsa, unda qabul qilingan signal kuchaytirilgandan so‘ng radiokarnay, telefon va televizion qabul qilish trubkasi yordamida tovush va tasvir signallariga o‘zgartiriladi.

Agarda qabulqilgich ko‘pkanalli radioaloqa uchun mo‘ljallangan bo‘lsa, unda detektorlangan signal avvaliga kuchaytirilib, so‘nggi qurilmaga uzatiladi, unda esa signallar alohida kanallarga bo‘linadi va kerak bo‘lsa qo‘shimcha ravishda qayta ishlanadi.

Radioqabulqilgichlar quyidagicha tasniflanadi:

– ishlash uslubi bo‘yicha (radiotelefonli, rodiotelegrafli, televizion, radionavigatsiyali, radiolokatsiyali va h.k.);

– modulatsiya turlari bo‘yicha (amplitudali modulatsiya – AM, chastotali modulatsiya – CHM, bir polosali amplituda modulatsiya);

– signallarni qabul qilish to‘lqinlarning diapazoni bo‘yicha (kilometrli, gektometrli, dekametrli va h.k.).

– joylashtirilishi bo‘yicha (statsionar, ko‘chma, samolyotdagi, avtomobildagi va h.k.);

– elektr ta’minoti bo‘yicha (o‘zgaruvchan va o‘zgarmas toklar manbasidan).

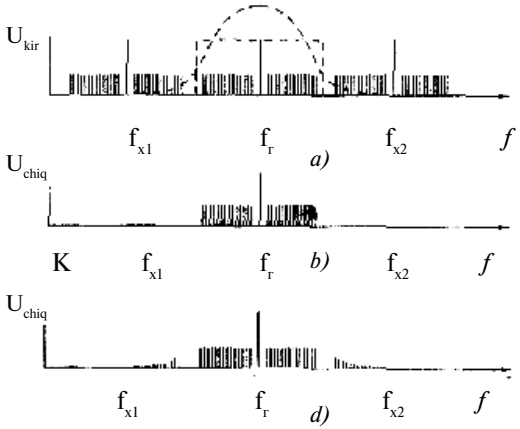
Radioqabulqilish qurilmalarning asosiy ko‘rsatkichlari. Radioqabulqilgichlarning ko‘rsatkichlari ularning vazifasiga ko‘ra aniqlanadi. Turli radio qabul qilgichlar uchun bu ko‘rsatkichlar turlicha bo‘ladi.

Sezgirlik radioqabulqilgichning past sathli signallarini qabul qilish qobiliyatini xarakterlaydi. U odatda antennadagi radiosignalning barqaror qabul qilinishi va shovqinsiz eshittirilishi mumkin bo‘lgan eng kichik EYK yoki quvvatidir. Qabulqilgichlarning sezgirligi ularning vazifasiga bog‘liq bo‘lib, keng diapazonda o‘zgara oladi.

Masalan, radioeshittirish qabul qilgichlarining sezgirligi 50–300 млВ oralig‘ida bo‘lib, ular sifat klassiga bog‘liq. Radiolokatsiya qabulqilgichlarining sezgirligi 10^{-12} – 10^{-15} Вт qiymatlariga ega. Ferrit antennali qabulqilgichlar uchun maydon kuchlanganligi bo‘yicha sezgirlik tushunchasi qo‘llanilib, u 0,3 dan 5 мВ/м gacha qiymatlarni tashkil etadi.

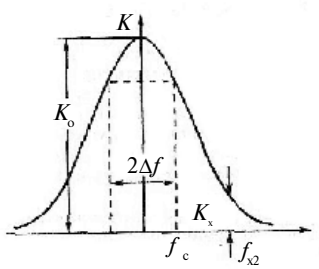
Yuqori sezgirlikka amalda tashqi shovqin sathi yoki radioqabulqilgich chiqishidagi shovqin signal sathidan bir necha barobar kichik bo‘lganda erishiladi. Shuning uchun turli qabulqilgichlarni tavsiflaganda, faqatgina sezgirligini inobatga olmasdan, uning amaldagi sezgirligini ham hisobga olish lozim.

Radioqabulqilish qurilmasining tanlovchanligi *(selektivligi)* deb, uning turli chastotadagi signallardan kerakligini tanlab olish xususiyatiga aytiladi. Shunga binoan qabulqilgichning tanlovchanligi turli to‘lqinlarda ishlayotgan begona radiostansiyalar signallarini susaytirib, o‘zi sozlangan radiostansiya signallarini ajratib olishi bilan baholanadi. Tanlovchanlik asosan qabulqilgich tarkibidagi tebranish konturlari va filtrlari yordamida amalga oshiriladi. Tanlovchanlik tushunchasini 2.16-rasmdagi uch radiostansiya chastota spektridan anglash mumkin. Uch spektrdan ikki chetdagisi xalaqit deb qaraladi. Agar qabulqilgich filtri to‘g‘ri to‘rtburchak chastotali tavsifga ega bo‘lsa, qo‘shni (xalaqit beruvchi) radiostansiyalar filtrlarning chiqishida hech qanday signal paydo qilmaydi (2.16-*b* rasm). Agarda filtrning chastota tavsifi benuqson bo‘lmasa, unda uning chiqishida foydali signaldan tashqari xalaqit ham eshitiladi (2,16-*d* rasm).



2.16-rasm. Radioqabulqilgichning tanlovchanligiga izoh.

Tabiiyki, chastotasi bo‘yicha yaqin bo‘lgan begona signallar, ya’ni qo‘shni chastota kanallari signallaridan hosil bo‘lgan xalaqitlarni kamaytirish ko‘proq qiyinchilik tug‘diradi. Shuning uchun qabulqilgichning sifati qo‘shni kanallar xalaqitiga nisbatan selektivligi bilan baholanadi. Birinchi yaqinlashishda tanlovchanlikning miqdoriy bahosini chastotalarni ko‘paytirish koeffitsiyentining antennadagi chastotalar tebranishiga tobeligini ifodalovchi qabulqilgichning rezonanslik tavsifi bo‘yicha aniqlash mumkin. Tebranuvchi konturlar va filtrlarning qo‘llanishi tufayli qabulqilgichni biron-bir chastotaga sozlashdagi rezonans tavsif 2.17-rasmda keltirilgan ko‘rinishga ega bo‘ladi.



2.17-rasm. Qabulqilgichning rezonans tavsifi.

Xalaqitlarga nisbatan f_c chastotadagi tanlovchanlik $S_e = K_o/K_x$ sifatida ifodalanadi, bunda K_0 – sozlash chastotasidagi kuchaytirish koeffitsiyenti; K_x – qabulqilgichning f_x chastotadagi kuchaytirish koeffitsiyenti.

Selektivlikni detsibellarda ham aniqlash qulay:

$$Se_{дБ}=20 \lg Se=K_{0\,дБ} - K_{x\,дБ}$$

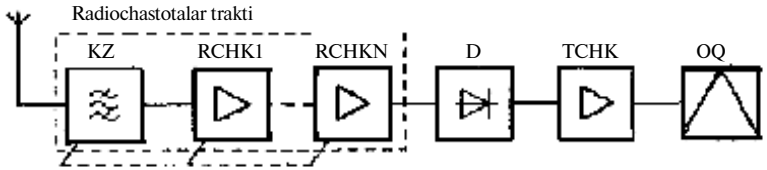
Uzatiladigan xabar ma’lum chastota polosasiga ega bo‘lganligi uchun qabulqilgichning yana bir muhim vazifasi shundan iboratki, u yuqori chastotali signallarni barcha yon chastotalari bilan qabul qiladi, ya’ni bir vaqtning o‘zida ma’lum chastotalar polosasini qabul qiladi. Bunda signal spektri tarkibidagi amplitudalar nisbati o‘zgarmas bo‘lib qolishi kerak. Bu shart ma’lum chastota polosalarida qabulqilgichning sezgirligi o‘zgarmas bo‘lganda bajarilishi mumkin. Shuning uchun qabulqilgichning ideal amplituda chastota tavsifi (ACHT) to‘rtburchakli bo‘lishligi shart. Bunday shaklda qabulqilgich foydali signalning yon chastotalari spektrini bir xil qabul qiladi, ya’ni bunday qurilmaning o‘tkazish polosasi $2\Delta f$ ga teng. Bir vaqtning o‘zida bunday amplituda chastota tavsifli qabulqilgich ideal tanlovchanlikka ega bo‘ladi, chunki chastotalari Δf dan farqli xalaqit beradigan stansiyalarning shovqinlarini o‘tkazmaydi.

Real qabulqilgichning amplituda chastota tavsifi to‘g‘ri to‘rtburchakli shakldan farqlanadi. Bu holda o‘tkazish polosasi deb qabul qilinayotgan tebranishlar spektrining susayishi belgilangan qiymatdan oshmaydigan o‘tkazish polosasiga aytiladi. Berilgan o‘tkazish polosasidagi ACHT notekisligi 3 дБ dan oshmaganda buzilishlar quloqqa sezilmaydi. Bu ko‘rsatkich $1/\sqrt{2}=0{,}707$ ga teng. O‘tkazish polosasi aynan shu sathdan hisoblanadi. Konturning chastota xususiyatlari uning asilliligi bilan belgilanadi:

$$Q=f_o/(2\Delta f)$$

Qabul qilingan signallarning qayta tiklanish sifati qabulqilgich kaskadlaridagi turli signal buzilishlariga bog‘liq. Bularga chastotali, fazali va nochiziqli buzilishlar kiradi. Qabul qilingan signallar sifatiga turli xildagi xalaqitlar ham kiradi, bular: atmosfera, sanoat, yaqin chastotali uzatkichlar xalaqitlari, UQ to‘lqinlarda qabulqilgichning shaxsiy shovqinlari va h.k.

Radioqabulqilgichlarning struktura sxemalari. Hozirgi vaqtda to‘g‘ri kuchaytirishli, regenerativli, superregenerativli, birlamchi va ikkilamchi supergeterodinli chastota o‘zgartirishli qabulqilgichlar keng qo‘llanilmoqda. 2.18-rasmda to‘g‘ridan-to‘g‘ri kuchaytirishli qabulqilgichning tuzilish sxemasi keltirilgan.



2.18-rasm. To‘g‘ridan-to‘g‘ri kuchaytirishli qabulqilgichning struktura sxemasi.

Kirish zanjiri (KZ) antennadagi turli radiouzatkichlar va boshqa elektromagnit tebranishlar manbalaridan kelgan xalaqit signallarni susaytirib, foydali signallarni ajratib oladi.

Radiochastota kuchaytirgichi (RCHK) kirish zanjiridan kelayotgan foydali signallarni kuchaytiradi va xalaqit berayotgan stansiya signallarini yana ham susaytiradi. Detektor (D) modulatsiyalangan radiochastota signallari tebranishlarini uzatilayotgan xabar (tovush, telegraf) tebranishlariga mos holda o‘zgartiradi.

Tovush chastotasi kuchaytirgichi (TCHK) quvvat va kuchlanish bo‘yicha detektorlangan signalni oxirgi uskunalar (radiokarnay, rele, televizion qabul trubka) ishga tushadigan darajagacha kuchaytiradi.

Oxirgi qurilma (OQ) elektr signallarini boshlang‘ich axborot (tovush, nurli, harfli) holiga qayta o‘zgartiradi. To‘g‘ri kuchaytirishli qabulqilgich yaxshi tanlovchanlik va yuqori sezgirlikni, ayniqsa, qisqa va o‘ta qisqa to‘lqinlarda ta’minlay olmaydi. Bu chastotalar oshgan sari rezonans zanjirining o‘tkazish polosasi oshishi bilan izohlanadi. Masalan, yakka konturning o‘tkazish polosasi $2\Delta f$ va

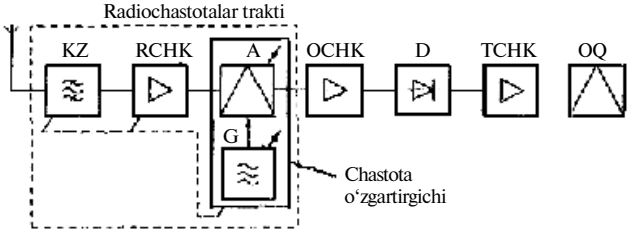
asilligi Q o‘zaro $2\Delta f = f_c/Q$ nisbati bilan bog‘liq, bunda C_c – qabul qilinayotgan signal chastotasi. Yuqori chastotalarda konturning o‘tkazish polosasi oshadi, natijada kontur foydali signaldan tashqari xalaqitlarni ham o‘tkazadi.

Shuni aytish lozimki, to‘g‘ri kuchaytirishli qabulqilgichning tanlovchanlik zanjiri tavsifini to‘rtburchakli yoki unga yaqin bo‘lishini ta’minlash amalda deyarli mumkin emas, chunki bu kontur qayta sozlanadigan bo‘lishi shart. To‘rtburchakli tavsiflarni ta’minlovchi filtrlar ko‘p konturli tizimlar bo‘lib, ularni birgina sozlash dastagi bilan qayta sozlab bo‘lmaydi. Shuning uchun to‘g‘ri kuchaytirgichli qabulqilgich yomon tanlovchanlikka ega.

Turli eltuvchi chastota radiosignallarini kuchaytiruvchi radiochastotalar kuchaytirgichi, teskari parazit aloqa mavjud bo‘lgani tufayli (masalan, ta’minot manbayi yoki sig‘imlar orqali), o‘z-o‘zidan uyg‘onishi va avtogeneratorga aylanishi ehtimoli bor. Chastotalar va kuchaytirish koeffitsiyenti oshishi bilan o‘z-o‘zidan uyg‘onish ehtimoli ham oshadi.

Radiochastota kuchaytirgichining barqaror rejimda ishlashini ta’minlash uchun uning kuchaytirish koeffitsiyentini cheklash lozim bo‘ladi. Shuning uchun to‘g‘ri kuchaytirish qabulqilgichining sezgirligi nisbatan past. Masalan, RCHK detektor kirishida chiziqli detektorlashni amalga oshirish uchun lozim bo‘lgan 0,1 B ga yaqin kuchlanishni ta’minlash uchun, uning kirishidagi sezgirligini xarakterlovchi kuchlanish 1000 мкВ bo‘lishi kerak. Ishchi diapazondagi yomon tanlovchanlik va past sezgirligi to‘g‘ri kuchaytirilgan qabulqilgichlarning asosiy kamchiliklaridan hisoblanib, undan foydalanishni cheklaydi.

Yuqoridagi kamchiliklardan supergeterodinli qabulqilgichlar (2.19-rasm) xolidir.



2.19-rasm. Supergeterodinli qabulqilgichning struktura sxemasi.

Bu qabulqilgichning o‘ziga xos xususiyati shundaki, unda aralashtirgich (A) va geterodin (G) dan iborat chastota o‘zgartirgichi qo‘llangan. O‘zgartirgichning chiqishida biz oraliq chastotaga ega bo‘lamiz, keyinchalik uni oraliq chastota kuchaytirgichi bilan (OCHK) kuchaytiramiz.

Chastota o‘zgartirgichi deb, signal spektrini bir chastota joyidan spektr komponentlari orasidagi amplituda va fazalari nisbati o‘zgarmagan holda boshqa joyga ko‘chirishga mo‘ljallangan qurilmalarga aytiladi. Bunday ko‘chirishda signal spektri shakli o‘zgarmaganligi sababli signal modulatsiyasi qonuni ham o‘zgarmaydi. Faqat signalning chastota eltuvchisi f_c qiymati o‘zgaradi va o‘zgartirilgan $f_{o'z}$ chastotaga teng bo‘ladi.

Chastota o‘zgartirgichiga f_c chastotali signaldan tashqari $f_г$ chastotali geterodin kuchlanishi beriladi. Bu kuchlanishlarning chastota o‘zgartirgichidagi o‘zaro ta’siri natijasida turli kombinatsiyalangan chastota signali tarkiblari paydo bo‘ladi, ulardan esa faqat bittasi qo‘llaniladi. Odatda signalning $f_{o'z}=f_г-f_c$ tarkibi ishlatiladi.

Amalda $f_{o'z}$ signalning chastota eltuvchisi f_c dan kichik, ammo modulatsiyalangan F_c signal chastotasidan katta bo‘ladi. O‘zgartirilgan $f_{o'z}$ chastotasi f_c va F_c orasida joylashganligi sababli bu chastotani *oraliq chastota* deb ataydilar.

“Supergeterodin” nomi qo‘shma (super+geterodin) so‘zlardan iborat bo‘lib, “geterodin” so‘zi supergeterodinli qabulqilgich kaskadiga xos geterodinga ishoradir. “Super” qo‘shimchasi esa supergeterodinli qabulqilgichlarda o‘zgartirilgan $f_{o'z}$ chastotasi F_c modulatsiya chastotasidan yuqori chastotalar darajasida joylashganini anglatadi. Radiosignal eltuvchi chastotasini oraliq chastotasiga o‘zgartirish qo‘shni radioaloqa kanallarining filtrlanishini yaxshilaydi.

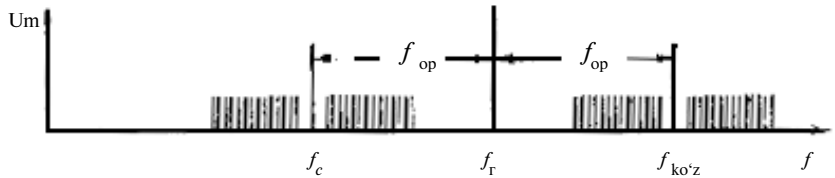
Masalan, antennada eltuvchi chastotasi $f_1=20$ *MГц* (foydali signal) va $f_2=20.2$ *MГц* bo‘lgan EYK ta’sir etmoqda, deylik. Stansiya o‘rtasidagi chastotalar nisbati $\Delta f/f_1=(20,2-20)/20=0,01=1\%$. Radiochastota diapazonidagi kontur asilligi 20−50, ya’ni nisbiy o‘tkazish polosasi 5−2% ga teng. Ko‘rilayotgan misolda f_2 stansiyasi tanlanganidan 1% ga farq qiladi va shuning uchun sezilarli xalaqitlarni yuzaga keltiradi. Agarda f_1 eltuvchi chastota o‘zgartirilsa, unda geterodin signali chastotasi $f_г=20,5$ *MГц* bo‘lganda ikkita oraliq chastotalari hosil bo‘ladi − $f_{o'z.1}=20,2-20=0,5$ *MГц* va, $f_{o'z.2}=20,2-20,2=0,3$ *MГц*, ularning orasidagi nisbiy farq esa $\Delta f/f_1=(0,5-0,3)/0,5=40\%$ ga teng.

Bundan ko‘rinib turibdiki, nisbiy farq 1% dan 40% ga oshdi. Bu sharoitda f_2 chastotada ishlayotgan stansiya $f_{o'z}=0,5$ *MГц*, chastotasiga sozlangan chastota o‘zgartiruvchi filtrlari uchun, ularning asilliligi RCHK konturlari asilliligi bilan bir o‘lchamli bo‘lganda ham xalaqit bo‘lolmaydi.

Supergeterodinli qabulqilgichlarda asosiy kuchaytirish va tanlovchanlik oraliq chastota kuchaytirgichidagi chastota o‘zgartirilgandan so‘ng amalga oshiriladi. Supergeterodinli qabulqilgichning asosiy afzalligi ham shundaki, uni boshqa stansiyaga qayta sozlanishi jarayonida oraliq $f_{o'z}$ chastotasi o‘zgarmaydi. Bunga esa, qabulqilgichni f_c signalining boshqa chastotasiga o‘zgartirganda bir vaqtning o‘zida geterodin $f_г$ chastotasi ham o‘zgarishi hisobiga erishiladi, bunda $f_г - f_c=f_{o'z}$ ayirmasi o‘zgarmasligi shart.

Demak, supergeterodinli qabulqilgichni o‘zgartirganda, kirish zanjiri, RCHK va geterodin rezonans chastotalarini o‘zgartirishning o‘zi yetarli. Oraliq chastota kuchaytirgichini (OCHK) o‘zgartirish shart emas. OCHK o‘zgartirilmaganligi tufayli, uning tavsiflari ham o‘zgarmaydi. Bunda oraliq chastotalari kuchaytirgichi (OCHK) konturlari tavsifi to‘g‘ri burchakliga yaqinroq olinishi mumkin, chunki kuchaytirgichda xohlagan murakkablikdagi filtrlar ishlatilishi mumkin. Aynan shu sababli supergeterodinli qabulqilgichlar yuqori tanlovchanlikka ega.

Oraliq chastotalari kuchaytirgichi (OCHK) radiochastota kuchaytirgichiga nisbatan past chastotada ishlagani uchun, u ko‘proq kuchaytirishni ta’minlab beradi, chunki chastota pasaygan sari elementlarning kuchaytirish xususiyatlari ortadi, chastota pasayganda parazit teskari aloqaning ta’siri ham kamayadi. O‘z navbatida oraliq chastota kuchaytirgichining kuchaytirish barqarorligi koeffitsiyenti ortadi. Bu supergeterodinli qabulqilgichning yuqori sezgirliligini (1мкВ yaqin) ta’minlaydi. Supergeterodinli qabulqilgichlarning kamchiligi − ularda qo‘shimcha ikkinchi darajali qabul kanallarining mavjudligida bo‘lib, ulardan asosiysi ko‘zguli kanaldir.



2.20-rasm. Ko‘zguli xalaqitlar paydo bo‘lishiga oid.

Ko‘zguli kanal $f_{ko‘z}$ eltuvchi chastotaga ega bo‘lib, u foydali signal chastotasi f_c dan ikkilangan oraliq chastotaga $f_{ko‘z}=f_c+f_{ora}$ farq qiladi (2.20-rasm). $f_{ko‘z}$ va f_c chastotalari geterodin chastotasi $f_г$ ga nisbatan ko‘zguli simmetrik joylashgan. $f_{ko‘z}$ va $f_г$ chastotalarining ayirmasi, xuddi foydali signaldagidek, oraliq chastotaga teng. Shuning uchun, agarda chastota o‘zgartirgichiga f_c va $f_{ko‘z}$ stansiyalar signallari kelsa, uning chiqishida ikkala stansiya oraliq chastota kuchlanishini beradi.

Agarda f_c chastotali signal foydali bo‘lsa, unda o‘zgartirgichga tushgan $f_{ko‘z}$ chastota signali xalaqit bo‘ladi. Ko‘rinib turibdiki, ko‘zguli kanal bo‘yicha xalaqitlarning susayishi chastota o‘zgartirgichigacha bo‘lishi lozim.

Ko‘zguli kanal bo‘yicha tanlovchanlikni oshirish uchun oraliq chastota yuqori bo‘lishi kerak. Shunda eltuvchi chastotalar f_c va $f_{ko‘z}$ anchagina bir-biridan farq qiladi. Bunda kirish zanjirining uzatish koeffitsiyenti (u ham rezonans xususiyatlariga ega) $f_{ko‘z}$ chastotasida, f_c chastota signaliga qaraganda anchagina kam va “ko‘zguli” stansiya signali kirish zanjiri bilan anchagina bosilgan bo‘ladi. Qabulqilgichda RCHK bo‘lganda, ko‘zguli xalaqit radio chastota kuchaytirgichining tanlovchanligi hisobiga qo‘shimcha bostiriladi.

Ammo yuqori oraliq chastotada oraliq chastota kuchaytirgichining barqaror kuchaytirish koeffitsiyenti kamayadi va uning o‘tkazish polosasi kengayadi, bu qabulqilgichning sezgirligini va uning qo‘shni kanal bo‘yicha tanlovchanligini kamaytiradi. Ko‘rinib turibdiki, oraliq chastota qiymatiga bo‘lgan talablar bir-biriga zid.

Boshqa qo‘shimcha kanal bu chastotasi oraliq chastotasiga teng bo‘lgan kanaldir. O‘zgartirgich kirishiga kelayotgan bunday chastota signallari hech qanday o‘zgartirishsiz oraliq chastota kuchaytirgichi (OCHK) ga keladi. Uni yo‘qotish uchun radioeshittirish stansiyalari oraliq chastotada ishlamasligi kerak, chastotalari oraliq chastotalariga yaqin tasodifiy xalaqitlar qabulqilgichning kirishidagi filtrlar bilan bostirilishi kerak.

Maishiy radioeshittirish qabulqilgichlarida eltuvchi chastota 465 кГц ni tashkil etadi, ya’ni u uzun va o‘rta to‘lqin radioeshittirish diapazonlari 285,5–525 кГц chegaralari orasida joylashgan. Radioaloqa magistral liniyalarida ishlayotgan radioqabulqilgichlarda yuqori sezgirlik va tanlovchanlik qo‘shni kanallarda ham, ko‘zguli

kanallarda ham juda yuqori bo‘lishi talab etiladi. Buni bitta oraliq chastotasini tanlash bilan bajarib bo‘lmaydi.

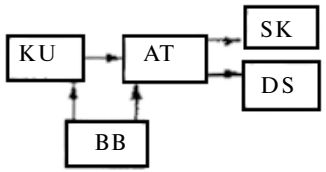
Shuning uchun bunday qabulqilgichlarda chastotani ikkilangan qayta o‘zgartirish qo‘llaniladi. Chastotalarni ikkilangan qayta o‘zgartirishda yuqori ko‘rsatkichli (1 МГц ga yaqin) birinchi oraliq chastotasi tanlanadi, uning hisobiga ko‘zguli kanal bo‘yicha yuqori tanlovchanlik ta’minlanadi. Ikkinchi oraliq chastota nisbatan past (100 кГц) bo‘ladi, bu oraliq chastota kuchaytirgichlari kaskadlarida barqaror kuchaytirishning yuqori koeffitsiyenti olinadi va qabulqilgichning sezgirligini qo‘shni kanal bo‘yicha yuqori tanlovchanlik hisobiga oshirish mumkin bo‘ladi.

Shaxsiy radiochaqiruv tizimlarining radioqabulqilish qurilmalari. Shaxsiy radiochaqiruv tizimlari (SHRT) bir yoki bir guruh odamlarga, ularning turgan joyidan qat’i nazar chaqiruvni va kerakli minimum axborotni uzatish imkoniyatiga ega. Dastlab SHRT ko‘p o‘ramli simli halqa bilan qamrab olingan hudud yoki xona bilan cheklangan ta’sir radiusi doirasida faoliyat ko‘rsatdilar. Shunga o‘xshash past chastotali induktiv aloqali eltuvchi tebranishli magnit maydoni hozirda ham qo‘llanilmoqda.

Ko‘pgina hududlar uchun SHRT metrli va detsimetrli to‘lqinlardagi radioaloqa asosida qurilmoqda. SHRT abonenti shaxsiy raqam (adres) ga ega bo‘lgan kichik hajmli chaqiruv qabulqilgich (peydjer) dan foydalanadi. Chaqiruvchi istalgan telefon apparatidan kerakli abonent raqamini teradi, chaqiruv signali telefon tarmog‘i orqali markaziy stansiyaga keladi, kodlangan radiosignalga o‘zgartiriladi va SHRT ajratilgan chastotada abonent turgan joyga uzatiladi.

Agarda markaziy stansiyadagi bitta uzatkichning ta’sir radiusi barcha hududni qamrab ololmasa, unda hudud alohida-alohida zonalarga bo‘linib, har zona o‘zining uzatkichiga ega bo‘ladi. Davomiyligi 1...2 c bo‘lgan chaqiruv signali 1...2 c barcha peydjerlarga uzatiladi, ammo ma’lum chastotaga sozlangan va mos adresga ega peydjergina ishlaydi.

Chaqiruv signalini qabul qilgan abonent telefon apparati bilan o‘ziga oldindan ma’lum raqam orqali unga yo‘llangan xabarni qabul qiladi yoki peydjer displeyida xabarning vizual aksi bilan kichik hajmdagi chaqiruv signali qo‘shilib keladi. Chaqiruv signali



2.21-rasm. Peydjerning umumlashtirilgan

bitta abonentga emas, bir vaqtning o‘zida yagona adres berilgan bir guruh abonentlarga yuborilishi mumkin. Peydjer yonda olib yuriluvchi mitti qabulqilgich ko‘rinishida chiqariladi (2.21-rasm).

Kuchaytirgich-o‘zgartirgich traktida (KO‘) signal kuchaytiriladi, tanlanadi va qayta o‘zgartiriladi; axborot traktida (AT) qabul qilingan adres abonentining o‘z adresiga mos yoki mos emasligini aniqlash maqsadida signal dekodlanadi, agarda chaqiruvdan tashqari qo‘shimcha axborot uzatilsa, u qayta ishlanadi, kerak bo‘lganda xotiraga yozilib displeyda (DS) aks ettiriladi; signalizatsiya qurilmasi (SQ) u yoki bu shaklda chaqiruv borligini bildiradi; boshqaruv bloki (BB) peydjerning barcha ishini boshqarib boradi va u taymer, signalizatsiya turini uzib-ulagich, kutish rejimini uzib-ulagichi va ta’minot manbayiga ega.

Zamonaviy mitti peydjerlarda kuchaytirgich-o‘zgartirgich (KO‘) trakti ko‘pincha to‘g‘ri o‘zgartirish sxemasi bo‘yicha bajariladi. Bunday qabulqilgichlarda ko‘zguli kanallar bo‘lmaganligi uchun, preselektorni yaxshigina soddalashtirish mumkin, giratorlar yoki raqamli filtrlarning qo‘llanilishi KO‘ ni soddalashtiradi. Global shaxsiy radiochaqiruv tizimlarida ishlash uchun mo‘ljallangan ko‘p imkoniyatli peydjerlarda kuchaytirgich-o‘zgartirgich ikkilangan chastota o‘zgartirgich sxemasi bo‘yicha ishlanadi.

Signalizatsiya qurilmasi akustik, nurli va taktil signalizatsiyalardan iborat bo‘lishi mumkin. Taktil signalizatsiya kichkinagina vibratordan iborat bo‘lib, odam tanasiga ta’sir etadi. Abonent signalizatsiya turini o‘z ixtiyoriga ko‘ra tanlaydi. Agarda peydjer bevosita abonent tanasiga tegib turgan bo‘lmasa, unda tovushli signalizatsiya ma’qul, ammo u shovqinli yerda eshitilmasligi mumkin. U holda chaqiruv haqida nurli signalizatsiya xabardor etadi. Peydjerlarda tovush signalizatsiyasidan avtomatik ravishda taktil signalizatsiyasiga va aksincha o‘tish mumkin.

Shaxsiy radiochaqiruv tizimini loyihalashda quyidagi sxematexnik yechim va tamoyillarga ahamiyat beriladi:

— xizmat ko‘rsatilayotgan abonentlar sonini ko‘paytirish va tarmoqni kengaytirish maqsadida, aloqa kanallarining vaqt va chastota bo‘yicha bo‘linishini birgalikda bajarish;

— abonentlarni guruhli va individual chaqirishning yuqori ishonchli va sig‘imli kodlarini ishlab chiqish;

— signalizatsiya bilan birgalikda axborotning vizual ko‘rinishini ta’minlash, axborotni qayta eshittirish va abonentga muhim xabarlarni eslatib turish uchun uni xotiraga kiritish;

— peydjerda raqamli ma’lumotlar bilan bir qatorda matnli ma’lumotlarni ham qabul qilinishini ta’minlash;

— nisbatan katta hajmli xabarlarni qayta eshittirish orasidagi uzilishlarni yo‘qotilgan holda ketma-ket paketli qabul qilishini amalga oshirish;

— tovush, nurli va taktil signalizatsiyalarini bir vaqtda yoki ketma-ket ishlatish yo‘li bilan chaqiruv ishonchliligini oshirish;

— mitti galvanik ta’minot manbayining xizmat muddatini uzaytirish maqsadida peydjerdan kutish ish rejimida foydalanish;

— peydjerlarni yanada kichraytirish va ergonormik sifatlarini yaxshilash.

Hozirgi vaqtda abonentdan axborot qabul qilingani yoki chaqiruvni boshqa adresga yuborish kerakligi haqida javob signalini olish mo‘ljallanmoqda. Peydjerda nutq signallarini qabul qilish rejalashtirilmoqda. Shaxsiy radiochaqiruv tizimidagi uzatkichlarning chastotalari oralig‘i ajratilgan chastotalar polosalarida 2,5 dan to 25 кГц gachani tashkil etadi.

Ta’minot manbayi minimal sarflangan holda qabul qilishni kun bo‘yi ta’minlaydigan peydjerning kutish rejimida ishlashi alohida ahamiyatga ega. Peydjerning o‘lchamini kichraytirishga intilish uning ta’minot manbayini ham kichraytirilishini talab etadi, bu esa uning uzluksiz ishlash resursini kamaytiradi. Peydjer hajmini kichraytirish va bir paytning o‘zida ta’minot manbayi ishlash muddatini oshirish muammosi katta mikroquvvat rejimida ishlaydigan taymerning qo‘llanilishi natijasida hal etilishi mumkin, chunki bunda avtomatik ravishda uzib-ulashli bog‘lanish natijasida ta’minot manbayining ishlash muddati uzayadi.

Abonentni chaqirish ishonchliligini chaqiruvni qayta va qayta takrorlash bilan oshirish mumkin. Chaqirilayotgan abonent adresi

peydjer adresi bilan mos tushganda, qabulqilgich ulangan holatda bo‘lib, axborot qabul qilishni davom ettiradi va uni operativ xotiraga kiritadi.

Manbani iqtisod etish yo‘llaridan yana biri kutish rejimi algoritmini sintez etish va kodni tanlashdir. Odatda peydjer kutish rejimida ishlaganida eng ko‘p tok iste’mol qiladigan zanjirlar (asosan signalizatsiya zanjirlari) avtomatik holda o‘chadi va peydjerga tegishli axborot berilganida, u yana ulanadi.

Peydjerlarda suyuq kristalli displeylarni qo‘llash ham manba ta’minoti resurslarini tejamkorlik bilan ishlatish imkonini beradi; ular nurli diodlardan ko‘ra anchagina tejamliroq. Chaqiruvni va uzatilayotgan axborotni kodlash usulini to‘g‘ri tanlash va dekodlash qurilmalarining tuzilishi ham katta ahamiyatga ega. Bunda individual chaqiruvlardan tashqari bir vaqtning o‘zida bir necha abonentlar bilan guruhli chaqiruv imkoniyatini beruvchi kodlar ishlab chiqilmoqda. Bunday axborot istalgan vaqtda va maxsus tasdiqlangan jadvallar asosida uzatilishi mumkin. Bu jadval peydjer xotirasiga kiritilib, taymer nazoratida bo‘ladi.

Peydjer ishi algoritmi kelayotgan axborotlarni ketma-ket eslab qolish va yangi axborotlar olinganda, eskisini avtomatik ravishda o‘chirishni ko‘zda tutadi. Hozirgi kunda harfli-raqamli kodlarni qabul qilish bilan birga, nutq axborotlarini qabul qilish va ularni nutq shaklida akustik qayta eshittirish ustida izlanishlar olib borilmoqda. Zamonaviy shaxsiy radiochaqiruv tizimlaridagi kodlar peydjerlarda avtomatik ravishda qabul qilingan axborotlarniig to‘g‘riligini tekshirish, xatolarini to‘g‘rilash va xato qabul qilingan axborotlarni xotiraga yozmaslik imkoniyatlariga ega.

Nazorat savollari

1. Radiouzatkich qurilmasining vazifasi nimalardan iborat?
2. Radiouzatkich qurilmasining funksional sxemasini ta’riflab bering.
3. Tashqaridan qo‘zg‘atiluvchi generator qanday vazifani bajaradi?
4. Yuqori chastotali tebranishlarni generatsiyalash qanday amalga oshiriladi?
5. Radioqabulqilish qurilmalari qanday tasniflanadi?
6. Radioqabulqilish qurilmalarining asosiy ko‘rsatkichlariga nimalar kiradi?
7. Sxemasining tuzilishi bo‘yicha radioqabulqilish qurilmalari asosan qanday turlarga bo‘linadi?

8. To‘g‘ridan-to‘g‘ri kuchaytiruvchi radioqabulqilish qurilmasining tuzilishini tushuntiring.
9. Supergeterodinli radioqabulqilish qurilmalarining asosiy xususiyatlari nimalardan iborat?

3-bob. RADIOESHITTIRISH

3.1. Tovush eshittirish tizimi. Ba’zi ta’riflar

Tovush eshittirish deb, turli xildagi ovoz ma’lumotlarini hududiy keng tarqalgan tinglovchilarga maxsus texnika vositalari orqali sirkular uzatish jarayoniga aytiladi. Tovush eshittirish targ‘ibot va tashviqot vositasi sifatida katta ommaviy va siyosiy ahamiyatga ega bo‘lib, tinglovchilarning targ‘ibot-tashviqot, madaniy va ma’naviy saviyasini oshiruvchi vosita hamdir.

Badiiy eshittirishning asosiy vazifasi ovoz eshittirish dasturlarini tinglovchilarga yuqori sifatda o‘z vaqtida yetkazishdir.

Eshittirish – alohida mavzu jihatdan yakunlangan axborot.

Dastur – mo‘ljallangan kanallarga taqsimlanadigan eshittirishlar majmui.

Respublika radiosi har kuni 4 dastur bo‘yicha eshittirishlarni olib boradi.

Eshittirishlar – nutq, musiqali va aralash turda bo‘lishi mumkin.

Aralash turdagi eshittirishlarga badiiy-dramatik va badiiy montajlar kiradiki, bunday eshittirishlarda matn (nutq) musiqa ohanglari yoki alohida musiqa parchalari bilan birga uzatiladi.

Eshittirishlar mazmuni eshittirishlarni shakllantiradigan va qayta ishlaydigan studiyalarga bo‘lgan talablarni belgilaydi. Shu bilan barobar tinglovchilarni studiya bilan bog‘lovchi aloqa kanallariga bo‘lgan talablarni ham belgilaydi. Mana, 100 yildan buyon ovoz eshittirish rivojlanib kelmoqda va shu davr ichida 1918-yilda tashkil etilgan Nijegorod shahridagi kichik radiola-boratoriyadan katta quvvatli radioeshittirish uzatkichlarigacha bo‘lgan ulkan yo‘lni bosib o‘tdi.

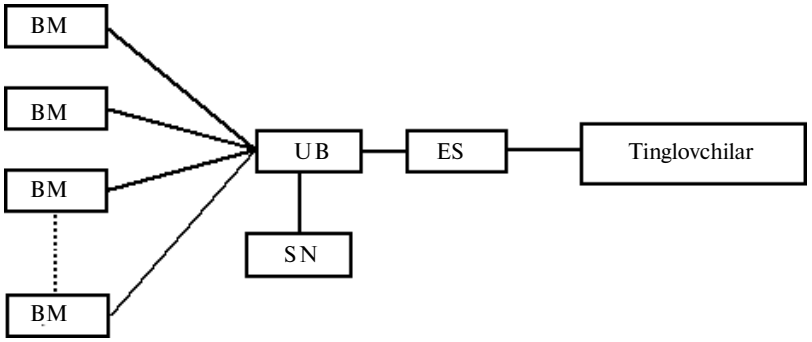
Hozirgi kunda O‘zbekistonda 72 ta radioeshittirish uzatgichlari, 10 ta telemarkaz va 10 ta radio uylari mavjud, aholining 98 % dan ortig‘i televideniye eshittirishlari bilan qamrab olingan, bir sutkada televideniye eshittirishlari hajmi 56 soatni tashkil etadi. Tovush

eshittirish texnikasining hozirgi kundagi asosiy vazifalaridan biri – eshittirish sifatini oshirish. Bu masala yechimining real yo‘li signallarni qayta ishlash va uzatishda raqamli usullarni qo‘llashdir.

Shuni ta’kidlab o‘tish joizki, dasturlarni shakllantiruvchi raqamli qurilmalar va raqamli aloqa kanallari yaratilgan va amalda qo‘llanilmoqda.

3.2. Tovush eshittirishni shakllantirish

Tovush eshittirish tizimining shakllantirish strukturasi 3.1-rasmda keltirilgan.



3.1-rasm. Tovush eshittirish tizimining strukturasi:
BM-bosh muharririyat; *UB*-uzatish bo‘limi; *SN*-sifat nazorati;
ES-eshittirish studiyalari.

Tovush eshittirish dasturlarini tayyorlash, shakllantirish va chiqarish masalalari bilan Davlat televideniye va radioeshitirish qo‘mitasi (O‘zteleradiokompaniyasi) va uning joylardagi tashkilotlari shug‘ullanadi. Davlat teleradio qo‘mitasi dasturlarni shakllantirish markazlariga, ovoz yozish va eshittirish uylariga ega, u yerda Tovush eshittirish dasturlari tayyorlanadi, shakllantiriladi va efirga uzatiladi.

Dasturlar bosh muharririyat tarkibidagi uzatish turlariga moslashtirilgan redaksiyalarda tayyorlanadi. Redaksiyalar axborot, targ‘ibot, adabiy-dramatik eshittirishlar, yoshlar uchun musiqali eshittirish, bolalar va o‘smirlar uchun eshittirish, sport eshittirishlari

va boshqa redaksiyalarga bo‘linadi. Bosh muharririyat (BM) kundalik, haftalik, oylik dasturlarni tashkil etadi, rejalashtiradi va ularni uzatishni amalga oshiradi.

Uzatish bo‘limi (UB) dasturlarni uzatishni tashkil etadi. Eshittirishlarning texnik sifatini kuzatish esa nazorat bo‘limiga (SN) topshirilgan. Dasturlar magnit tasmasiga yozilgan holda yoki bevosita (to‘g‘ridan-to‘g‘ri) uzatilishi mumkin. To‘g‘ridan-to‘g‘ri efirga uzatiladigan dasturlar umumiy eshittirishning 5–10 % ni tashkil etadi. Bunday dasturlarga hodisa joylaridan uzatiladigan dolzarb eshittirishlar, teatr, stadionlardan translatsiyalar va diktor matnlari kiradi. Dasturlarni oldindan magnit tasmasiga yozilishning qo‘llanilishi dastur chiqarish jarayonini avtomatlashtirishga va eshittirish sifatini oshirishga yordam beradi.

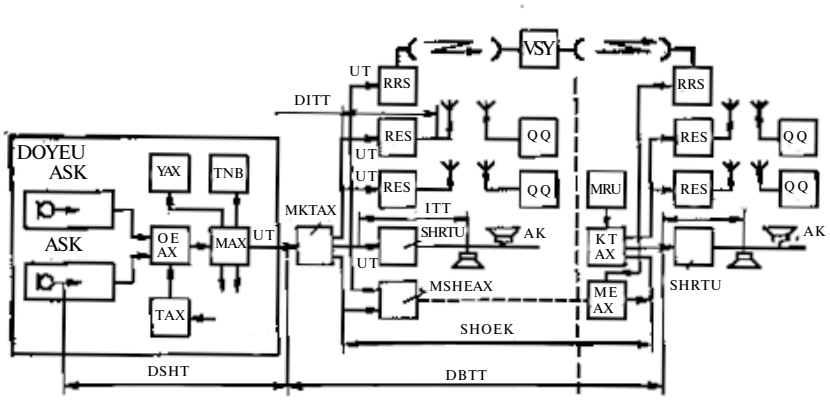
3.3. Tovush eshittirish tizimining tuzilishi

Dasturlarni shakllantirish va tinglovchilarga yetkazish ovoz eshittirishning elektr kanali (TEEK) ni hosil qiluvchi maxsus texnik vositalar majmui yordamida amalga oshiriladi. TEEK mikrofon chiqishidan to uzatkich antennasigacha yoki sim orqali eshittirish traktidan abonent rozetkasigacha bo‘lgan texnik vositalarni o‘z ichiga oladi. TEEK bir-biri bilan ketma-ket ulangan uchta traktdan iborat, bular: dasturlarni tashkillashtirish trakti (DTT), dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti (DBTT) va dasturlarni ikkilamchi taqsimlash trakti (DITT). DBTT va DITT texnik vositalarning jami uzatish tarmog‘ini tashkil qiladi.

Dasturlarni shakllantirish trakti TEEK ning bir qismi bo‘lib, mikrofon chiqishidan boshlanib, ovoz yozish va eshittirish uyining markaziy apparat xonasi (radiotelemarkaz) chiqishida tugaydi.

Ovoz yozish va eshittirish uyi – ovoz eshittirish tizimining bosh bo‘g‘ini hisoblanadi va shuning uchun DTT ni tashkil etuvchi texnik vositalar yuqori sifat parametrlariga ega bo‘lishi kerak. Toshkent shahrida joylashgan radio uyi Davlat ovoz yozish-eshittirish uyi deb ataladi (DOYEU).

Dasturlarni shakllantirish trakti apparat-studiyalari kompleksi (ASK), uzatish apparat xonasi (UAX), markaziy apparat xonasi (MAX), translatsiya apparat xonasi (TAX) va ovoz yozish apparat xonalari (OYAX) dan tashkil topgan. Dasturlarni shakllantirish



3.2-rasm. Tovush eshittirish tizimining struktura sxemasi:
DOYEU–davlat ovoz yozish-eshittirish uyi; *ASK*–apparat studiya kompleksi; *YAX*–yozish apparat xonasi; *OEAX*–ovoz eshittirish apparat xonasi; *TAX*–translatsiya apparat xonasi; *TNB*–texnik nazorati bo‘limi; *MAX*–markaziy apparat xonasi; *UT*–ulovchi tizim; *DSHT*–dasturlarni shakllashtirish trakti; *MKTAX*–markaziy kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi; *DBTT*–dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti; *DITT*–dasturlarni ikkilamchi taqsimlash trakti; *RRS*–radiorele stansiyasi; *RES*–radio eshittirish stansiyasi; *SHTRTU*–shahar radio translatsiya uzeli; *MSHEAX*–markaziy shaharlararo eshittirish apparat xonasi; *SHOEK*–shaharlararo ovoz eshittirish elektr kanali; *YSY*–yer sun’iy yo‘ldoshi; *QQ*– qabul qilgich; *AQ*–abonent qurilmasi; *MRU*–mahalliy radio uyi; *KTAX*–kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi; *MEAX*–mahalliy eshittirish apparat xonasi.

traktining kirish qismi past sathli (-30–70 дБ) yoki yuqori sathli (-12÷+12 дБ) signal manbalariga ulanishga mo‘ljallangan. Past sathli signallar mikrofon traktlariga xos bo‘lsa, yuqori sathli signallar magnitofon, translatsiya punktlari, xalqaro, shaharlararo ovoz eshittirish kanallari chiqishlaridan keladi.

Dasturlar radio uyining apparat-studiya kompleksida yaratiladi, bu kompleks bir nechta studiya va studiya-apparat xonalaridan iborat. Ammo, odatda, apparat studiya majmuida dasturlarni to‘liq shakllantirish amalga oshirilmaydi, ularning magnit tasmasiga yoziladigan ayrim fragmentlarigina yaratiladi. Har bir radio uyida fonotekalar mavjud bo‘lib, ulardan dasturga talab qilinadigan yozuvlarni olish mumkin.

Dasturning ayrim fragmentlarini radio uyidan tashqarida, ya’ni konsert zallarida, teatrlarda, shahar stadionlarida jihozlangan

translatsiya punktlaridan va boshqa shaharlar radio uylaridan shaharlararo ovoz eshittirish kanallari orqali olish mumkin. Tovush eshittirish dasturlari fragmentlarini qabul qilish uchun har bir radio uyida translatsiya apparat xonasi mavjud. Eshittirish apparat xonalarida tuzilgan dasturlar markaziy apparat xonasiga beriladi va tinglovchilarga kommutatsiyalanadi. So‘ngra signallar markaziy apparat xonasidan ovoz yozish apparat xonasi (OYAX) va texnik nazorat bo‘limi (TNB) ga uzatiladi.

Radio uyi markaziy apparat xonasi (MAX) ning chiqishidan dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti boshlanadi. Ulovchi liniyalar orqali signallar markaziy apparat xonasidan markaziy kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi (MKTAX) ga uzatiladi. Dasturlarning texnik nazorati uzluksiz amalga oshiriladi. Dasturlarni ikkilamchi taqsimlash trakti ovoz eshittirish elektr kanalining bir qismi bo‘lib, dasturlarni tinglovchilarga bevosita uzatish uchun mo‘ljallangan.

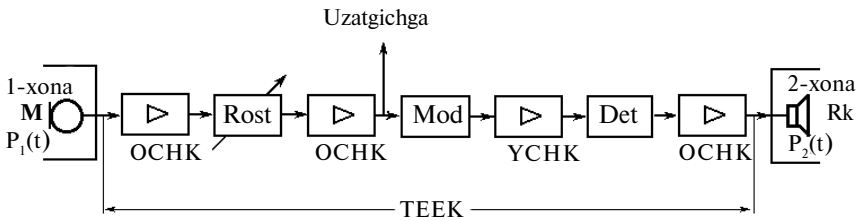
Shunday qilib, dasturlarni tinglovchilarga bevosita uzatish ikki usul bilan: radio uzatish stansiyalari yoki sim orqali eshittirish tizimlari yordamida amalga oshiriladi. Ko‘pincha ikkala usul ham bir vaqtda qo‘llaniladi, chunki har bir usul o‘zining afzalligi va kamchiliklariga ega.

Radioeshittirishning afzalligi ko‘p dasturiylik va uzoq masofaga uzatilishidir. Sim orqali eshittirish shaharlarda va bir qator tuman markazlarida uch dasturli eshittirishni ta’minlaydi (odatda, birinchi va ikkinchi markaziy va bitta viloyat dasturlari). Sim orqali eshittirishni radioeshittirish bilan taqqoslanganda uning yuqori ishonchliligi hamda abonent qurilmasining radioqabulqilgichga nisbatan arzonligini ta’kidlab o‘tish lozim.

3.4. Tovush eshittirish elektr kanali. Asosiy ta’riflar

Tovush eshittirish va televideniyening ovoz signallarini uzatish *elektr kanali,* murakkab texnika vositalari majmui bo‘lib, bu vositalar yordamida ovoz eshittirish signallari mikrofonning chiqishidan, to radio uzatkichning antennasigacha yoki sim orqali eshittirishda, abonent rozetkasigacha uzatiladi.

Ovoz eshittirish elektr kanalining funksional sxemasi 3.3-rasmda keltirilgan.



3.3-rasm. Tovush eshittirish elektr kanalining funksional sxemasi.

Uzatish trakti deb, ma'lum bir aniq funksiyani bajaruvchi kanal qismi, masalan, studiya trakti, magnitofon trakti, kuchaytirish stansiyalari trakti va boshqalarga aytiladi. Trakt qandaydir bitta bino bilan cheklanishi shart emas. Masalan, tovush chastota trakti, studiya-radio uzatgich quyidagi qurilmalardan tashkil topgan: studiyada – mikrofonlar, apparat xonalarida – kuchaytirgichlar, sozlagichlar, kommutatsiya qurilmalari va boshqalarni o'z ichiga oladi, bog'lovchi liniyalarda oraliq kuchaytirgichlar, korreksiyalovchi zanjirlarni, radio stansiyada – kirish kuchaytirgichi, chegaralagich, modulator qurilmalarini o'z ichiga oladi.

Tovush eshittirish elektr kanali uchta traktga bo'linadi:

– dasturlarni shakllantirish trakti;

– dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti;

– dasturlarni ikkilamchi taqsimlash trakti.

Dasturlarni shakllantirish trakti mikrofon chiqishidan boshlanib, radio uyining markaziy apparat xonasi chiqishida tugaydi.

Dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti radio uyi markaziy apparat xonasi chiqishidan boshlanib, kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi ulovchi liniya chiqishida yoki markaziy apparat xonasi chiqish qismidagi ulovchi liniya chiqishidan, shaharlararo telefon stansiyasining ovoz eshittirish kanali chiqishida tugaydi.

Dasturlarni ikkilamchi taqsimlash trakti. Ovoz eshittirish dasturlarini bevosita tinglovchilarga uzatish uchun mo'ljallangan. Ikkilamchi taqsimlovchi trakt kommutatsiya taqsimlovchi apparat xonasi, markaziy apparat xonasi yoki shaharlararo telefon stansiyasi ulovchi liniyalarining chiqishidan boshlanib dastur signallari radio uzatgich antennasining kirishi yoki simli eshittirishda abonent rozetkasi bilan tugaydi.

3.5. Tovush eshittirish kanallari va traktlarining sifat ko'rsatkichlarini me'yorlash tamoyillari

Tinglovchilar uchun ovozni qayta eshittirish sifati yuqori bo'lishi uchun ovoz eshittirish elektr kanali traktlarining parametrlari davlat standarti (GOST 11515-91) tomonidan belgilangan talablarga javob berishi lozim.

Tovush eshittirish kanallari va traktlarining parametrlari sifatini me'yorlashtirish shu kanal va traktlarda signallarning ruxsat etilgan buzilishlari va ruxsat etilgan shovqinlar sathlarini subyektiv-statistik ekspertiza yo'li bilan aniqlashga asoslangan.

Buzilishlar quyidagi bosqichlar bilan baholanadi:

– umuman sezilmaydigan buzilishlar, 15% dan kam hollarda seziladi;

– amaliy sezilmaydigan buzilishlar, 30% hollarda seziladi;

– ishonchsiz seziladigan buzilishlar, 50% hollarda seziladi;

– ishonchli seziladigan buzilishlar, 75% hollarda seziladi.

Buzilishlarning sezilishi hamda texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlariga qarab, tovush jarangdorligining uch sinfi belgilangan:

– *oliy sinf* – buzilishlar yuqori malakali ekspertlarga deyarlik sezilmaydi va oddiy tinglovchilarga umuman sezilmaydi;

– *birinchi sinf* – buzilishlar yuqori malakali ekspertlarga ishonchsiz seziladi va oddiy tinglovchilarga amalda sezilmaydi;

– *ikkinchi sinf* – buzilishlar yuqori malakali ekspertlarga ishonchli seziladi va oddiy tinglovchilarga ishonchsiz seziladi.

Har bir sinf aniq ruxsat etilgan buzilishlar bilan xarakterlanadi. Shu bilan birga quyidagi sifat parametrlarini reglamentlaydi:

– uzatish chastotalari kengligini;

– amplituda-chastota tavsifnomasining notekisligini;

– garmonikalar koeffitsiyentini;

– aniq sezilarli o'tish xalaqitlardan himoyalanganlikni;

– stereofonik eshittirishda chap va o'ng kanallardagi fazalar farqi;

– chap va o'ng kanallar o'rtasidagi aniq sezilarli o'tish xalaqitlardan himoyalanganlikni;

– chap va o'ng kanallar o'rtasidagi sathlar farqini;

– chiqish sathining nominal qiymatidan og'ishini.

Tovush eshittirish elektr kanali sinfi ikkilamchi taqsimlovchi trakt sinfi bilan aniqlanadi. Ikkilamchi taqsimlovchi traktdan oldingi

traktlar sinfi ikkilamchi taqsimlovchi trakt (ITT) sinfi ko‘rsatgichidan past bo‘lmasligi shart.

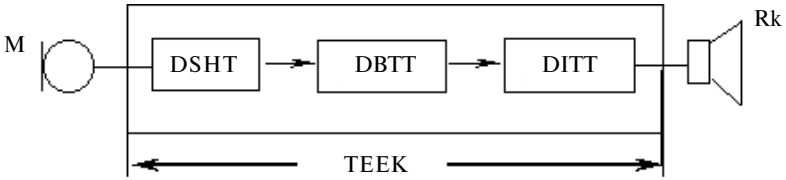
Birlamchi taqsimlovchi trakt BTT sinfi shaharlararo yoki xalqaro ovoz eshittirish kanali sinfi bilan belgilanadi.

Bog‘lovchi liniyalar va ikkilamchi taqsimlovchi trakt sinfi shaharlararo ovoz eshittirish kanali sinfiga mos bo‘lishi kerak. Birlamchi taqsimlovchi traktning boshqa zvenolari oliy sinfli bo‘lishi shart.

Xalqaro ovoz eshittirish kanali sinfi ovoz eshittirish kanali sinfi bilan aniqlanadi. Xalqaro ovoz eshittirish kanalining qolgan zvenolari oliy sinfli bo‘lishi shart.

3.6. Tovush eshittirish kanallari va traktlarining tuzilishi

TEEK ning texnik bazasi DSHT, BTT va ITT ning bir necha funksional qismlaridan iborat (3.4- rasm).

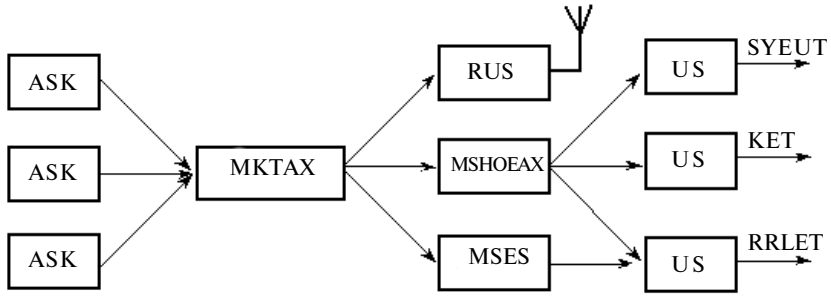


3.4-rasm. TE kanalining tuzilishi.

Respublika markazida joylashgan dasturlarni tashkillashtirish traktini *bosh trakt,* viloyat markazlaridagisini esa *mahalliy trakt* deb belgilanadi.

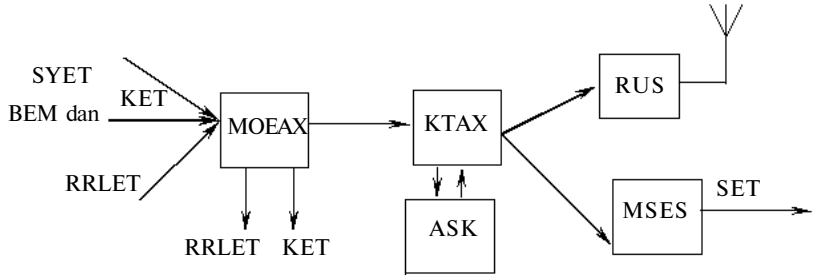
Dasturlarni shakllantirish trakti dasturlarni tayyorlaydi va chiqaradi, radioeshittirish markazi va simli eshittirish markaziy stansiyasiga boradigan tutashtiruvchi liniyalar kirishlariga dastur signallarini kommutatsiyalaydi. Ovoz yozish va eshittirish uyining apparat-studiya kompleksi (ASK) da apparat studiya bloki (ASB) mavjud, ularning har birida studiya va bir-ikki apparat xonalari (masalan, ovoz yozish va eshittirish), montaj xonasi, translatsiya xonasi, markaziy apparat (MAX) xonalariga ega.

Ovoz eshittirish bosh markazining tuzilishi 3.5-rasmda keltirilgan.



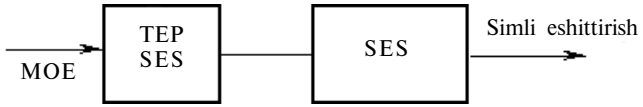
3.5-rasm. Ovoz eshittirish bosh markazining tuzilishi:
ASK – apparat studiya kompleksi; *MKTAX* – markaziy kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi; *RUS* – radio uzatish stansiyasi; *MSHOEAX* – markaziy shaharlararo ovoz eshittirish apparat xonasi; *MSES* – markaziy simli eshittirish stansiyasi; *SYE* – sun’iy yo‘ldoshli eshittirish tizimi; *KET* – kabelli eshittirish tizimi; *RRLET* – radioreleli eshittirish tizimi.

O‘lka, viloyat ovoz eshittirish markazlarining struktura tuzilishi sxemasi 3.6-rasmda keltirilgan.



3.6-rasm. O‘lka, viloyat ovoz eshittirish markazining struktura sxemasi:
BEM – bosh eshittirish markazi; *SYET* – sun’iy yo‘ldoshli eshittirish tizimi; *KET* – kabelli eshittirish tizimi; *MEAX* – magistral eshittirish apparat xonasi; *RRLET* – radioreleli eshittirish tizimi; *KTAX* – kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi; *ASK* – apparat studiya kompleksi; *RUS* – radio uzatish stansiyasi; *MSES* – markaziy simli eshittirish stansiyasi; *SET* – simli eshittirish tarmog‘i.

Mahalliy ovoz eshittirish markazi tuzilishi struktura sxemasi 3.7-rasmda keltirilgan.



3.7- rasm. Mahalliy ovoz eshittirish markazi struktura sxemasi.

Mahalliy ovoz eshittirish markazi tarkibida simli eshittirish stansiyasi (SAS), tuman eshittirish pulti (TEP), kuchaytirgichlar, uzatish qurilmalari va eshittirish tarmoqlari mavjud. Ovoz eshittirish dasturlarini taqsimlash tarmog‘i sun’iy yo‘ldoshli, kabel va radiorele uzatish tizimlari yordamida tashkil etilgan birlamchi aloqa kanali tarmog‘iga asoslangan ikkilamchi tarmoqni tashkil etadi. U radial tugunli (uzel) prinsipda quriladi va mahalliy, ichki mintaqa va magistral tarmoqlarga bo‘linadi.

Dasturlarni qabul qilish trakti radio va simli aloqa abonent uskunalari, radioqabulqilish qurilmalari majmuidan tashkil topgan. Radioeshittirish va simli eshittirishning ko‘pchilik qabul qilish qurilmalari sifat parametrlari, dasturlarni shakllantirish trakti, dasturlarni birlamchi va ikkilamchi taqsimlash traktlari uskunalarining sifat parametrlaridan past.

Dasturlarni birlamchi va ikkilamchi taqsimlash traktlarida so‘nggi yillarda sun’iy yo‘ldoshli aloqa xizmati katta o‘rinni egallamoqda.

Radioaloqa reglamenti, eshittirish maqsadida ikki turdagi sun’iy yo‘ldoshli aloqani nazarda tutadi:

– muayyan sun’iy yo‘ldosh aloqa xizmati (MSYAX) – ovoz va televideniye eshittirishlari dasturlarini birlamchi taqsimlash traktining bir qismi;

– radioeshittirish aloqa sun’iy yo‘ldosh xizmati (REASYX) dasturlarni ikkilamchi taqsimlash traktining bir qismi.

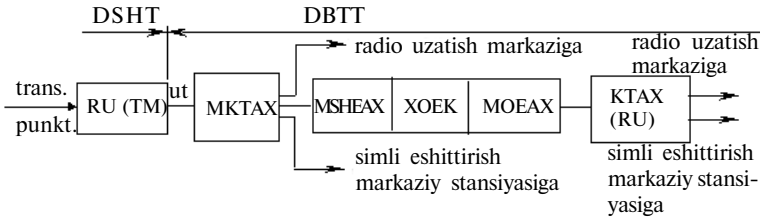
Muayyan aloqa xizmatida geostatsionar va yuqori elliptik orbitada joylashgan yerning sun’iy yo‘ldoshlaridan radioeshittirish aloqa tizimida esa faqat geostatsionar orbitadagi sun’iy yo‘ldoshlardan foydalaniladi.

Muayyan aloqa xizmati hududning ma’lum (muayyan) nuqtalarida joylashgan yer stansiyalari bilan aloqa bog‘lash uchun mo‘ljallangan. Muayyan aloqa xizmati turli vaqtlarda tashkil etilganligi sababli ularda chastotalardan foydalanishning yagona rejasi yo‘q.

Chastotalarni taqsimlash bo‘yicha yer shari 3 rayonga bo‘lingan: birinchi rayon – Yevropa, Afrika, sobiq ittifoq va Mongoliya hududlarini, ikkinchi rayon – Shimoliy va Janubiy Amerikani, uchinchi rayon – Osiyo (sobiq ittifoq va Mongoliya hududlaridan tashqari), Okeaniya va Avstraliyani o‘z ichiga oladi. Turli rayonlar uchun ajratilgan chastotalar kengligi 2÷275 ГГц ni tashkil etadi.

3.7. Dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti. Traktning tuzilishi

Dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti ovoz eshittirish elektr kanalining bir qismi bo‘lib, u radio uyi yoki telemarkaz markaziy apparat xonasi chiqishidan boshlanib, ovoz eshittirish dasturlarini radio uzatish markazlariga va simli eshittirish stansiyalariga berish uchun xizmat qiladi. Dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi, markaziy apparat xonasidan yoki shaharlararo telefon stansiyasining xalqaro ovoz eshittirish kanali ulovchi tizimlarning chiqishida tugallanadi. Dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti struktura sxemasi 3.8-rasmda keltirilgan



3.8- rasm. Dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti struktura sxemasi: *RU (TM)* – radio uyi (telemarkaz); *UT* – ulovchi tizim; *MKTAX* – markaziy kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi; *MSHEAX* – markaziy shaharlararo eshittirish apparat xonasi; *XOEK*–xalqaro ovoz eshittirish kanali; *MOEAX*–mahalliy ovoz eshittirish apparat xonasi; *KTAX(RU)* – kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi (radio uyi).

Radio uyi markaziy apparat xonasidan ulovchi tizimlar orqali kommutatsiya taqsimlash apparat xonasiga kelgan signallar kuchaytiriladi, ularning sifat ko‘rsatgichlari nazorat qilinadi va

iste'molchilarga – radiouzatish markazlari va markaziy simli eshittirish stansiyalariga tarqaladi. Markaziy simli eshittirish stansiyasi va radiouzatish stansiyalari kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi bilan ulovchi tizimlar yordamida bog'langan bo'lib, tizimlarning chiqishi birlamchi taqsimlash trakti (BTT) ning tugashi va ikkilamchi taqsimlash trakti (ITT) ning boshlanishi hisoblanadi. Bu holda ulovchi tizimlar radio uzatgichlar shahardan chetda joylashganligi sabab faqat bir juft sim bo'libgina qolmay, kabel aloqa tizimlaridan foydalanuvchi analog-raqamli uzatish tizimlari hamdir. Mamlakatning boshqa shaharlaridagi iste'molchilar kommutatsiya taqsimlovchi apparat xonasi bilan xalqaro ovoz eshittirish kanali (XOEK) orqali bog'langan. Kommutatsiya taqsimlash apparat xonasi (KTAX) dan signallar xalqaro ovoz eshittirish kanaliga shaharlararo telefon stansiyasi tarkibiga kiruvchi markaziy shaharlararo eshittirish apparat xonasi orqali keladi. Shuning uchun markaziy shaharlararo ovoz eshittirish apparat xonasi, kommutatsiya taqsimlash apparat xonasiga ulangan birdan-bir iste'molchi hisoblanadi.

Eshittirish kanali yagona avtomatlashtirilgan aloqa tarmog'i (YAAT) ni hosil qiluvchi birdan-bir kanal hisoblanadi. YAAT da namunali birlamchi kanallar tarmog'i va guruhli traktlar tashkil etiladi, guruhli traktlar asosida ikkilamchi aloqa tarmoqlari quriladi.

Ikkilamchi tarmoqlarga telefon, telegraf, axborotlar uzatish va boshqalar kiradi.

Yagona avtomatlashtirilgan aloqa tarmog'ining birlamchi tarmog'ida ikkita namunaviy xalqaro ovoz eshittirish kanallari ajratiladi: magistral va zonaviy.

Magistralli kanallar kabelli, radiorele tizimlari va axborotlarni sun'iy yo'ldosh orqali uzatish tizimlarida tashkil etiladi. Ichki zonaviy shaharlararo ovoz eshittirish kanallari kabelli, radioreleli uzatish tizimlarida tashkil etiladi va dasturlarni bir zona chegaralarida joylashgan iste'molchilarga taqsimlash uchun mo'ljallangan.

Ovoz eshittirish dasturlarini birlamchi taqsimlash trakti YAAT ning namunaviy ovoz eshittirish kanallari asosida qurilgan bo'lib, ovoz eshittirish YAAT ning ikkinchi ovoz eshittirish tarmog'idir.

Ovoz eshittirish signallarini uzatishni ta'minlash uchun monofonik va stereofonik shaharlararo ovoz eshittirish kanallari bo'lishi zarur. Bu kanallar analogli uzatish tizimlarida tashkil etilgan bo'lsa, analogli yoki raqamli uzatish tizimlaridan foydalanilsa, raqamli bo'lishi mumkin. Ovoz eshittirish signallari markaziy apparat xonasidan analog shaklida uzatilganligi inobatga olinganda xalqaro ovoz eshittirish kanallarining kirishida analog-raqamli o'zgartgichlar va kanalning chiqishida esa raqamli-analog o'zgartgichlardan foydalanish zarur.

Zamonaviy analogli uzatish tizimlari kanallarning chastotali taqsimlanishi asosida qurilgan. Ularda chastotalarni ko'p marotaba o'zgartirish prinsipi qo'llaniladi. Kanallarni chastotali taqsimlash tizimida tonal chastotali kanal asosiy kanal hisoblanadi, bu kanal orqali signallar 0,3÷3,4 кГц kenglikda uzatiladi.

Chastotaning birinchi o'zgartirish bosqichida 12 ta tonal chastota kanallari 60–108 кГц chastota kengligidagi 12 kanalli birlamchi guruhga birlashtiriladi. Chastota o'zgartirishning usuli sifatida bir polosali modulatsiya ishlatiladi, ya'ni to'la amplitudali modulatsiyalangan tebranishlardan bir yon polosa chastotalari tashuvchi chastotasiz uzatiladi. Chastota o'zgartirishning ikkinchi bosqichida beshta birlamchi guruhlar 312÷552 кГц chastota kenglida ishlaydigan 60 kanalli ikkilamchi guruhga birlashtiriladi.

Guruhli o'zgartirishning uchinchi bosqichida beshta ikkilamchi guruhdan 300 kanalli uchinchi guruh 812÷2044 кГц chastota kengligida tashkil etiladi.

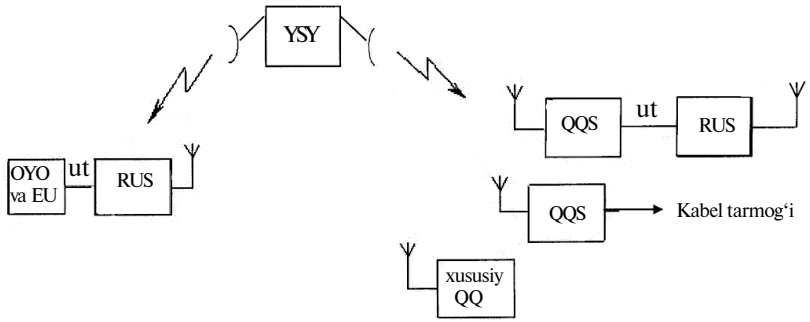
Tarmoqtichi 900 kanalli guruh 8516÷12388 кГц chastota kengligini egallaydi. Mana shu standart guruhlardan kanallar soni 12 dan 10800 gacha bo'lgan ko'pkanalli uzatish tizimlari tuziladi.

Kanal tashkil etuvchi apparaturalarning chiqishida guruh signallarining chastota spektri, aloqa tizimlari chastota diapazoni bilan mos kelmaganligi tufayli, uzatilayotgan signal chastota spektrini aloqa tizimining o'tkazish diapazoni bilan moslashtirish maqsadida bog'lovchi apparaturalar qo'llaniladi. Uzatish tizimlari kiritgan so'nishlarni kompensatsiyalash maqsadida ko'p kanalli kabelli uzatish tizimlarining chiziqli traktlariga soni bir necha yuz va ming bo'lgan kuchaytirgichlar ulanadi.

Shuning uchun belgilangan buzilishlar juda kichik, ko'p kanalli uzatish tizimlari guruh kuchaytirgichlariga bo'lgan talablar esa juda yuqoridir. Analog tizimli uzatishdagi asosiy xalaqitlar o'tuvchi, xususiy, nochiziqli xalaqitlardir.

3.8. Tovush eshittirish signallarini sun'iy yo'ldosh aloqa tizimi orqali uzatish

Sun'iy yo'ldoshli tovush eshittirish – tovush eshittirish va televideniye kanallari eshittirishlari bo'lib, uzatish stansiyasidan qabul qilish stansiyasiga 3.9-rasmda ko'rsatilganidek, yerning sun'iy yo'ldoshi orqali amalga oshiriladi.

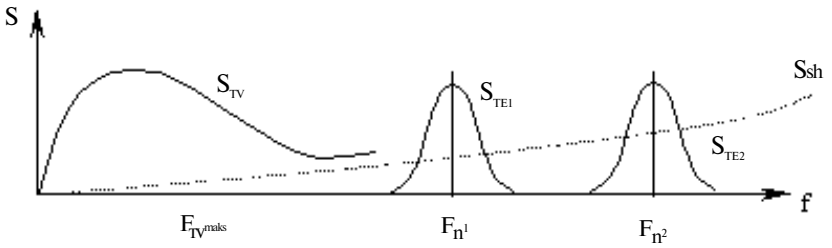


3.9-rasm. Sun'iy yo'ldoshli tovush eshittirish tizimi:
OYO va *EU* – ovoz yozish va eshittirish uyi; *UT* – ulovchi tizim; *RUS* – radio uzatish stansiyasi; *YSY* – yerning sun'iy yo'ldoshi; *QQS* – qabul qilish tansiyasi.

Qabul qilish stansiyalaridan dasturlar taqsimlovchi kabel tarmoqlariga, ulovchi tizimlar orqali TV va RE uzatgichlariga, simli eshittirish stansiyalariga, guruhli va hatto xususiy qabul qilgichlarga uzatiladi.

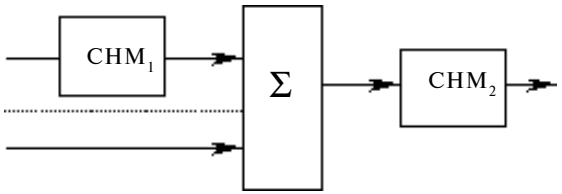
Sun'iy yo'ldosh orqali eshittirishni tashkil etishdagi muhim masalalardan biri sun'iy yo'ldosh joylashgan orbitani tanlashdir. Orbita shunday bo'lishi kerakki, yerning sun'iy yo'ldoshi ma'lum aloqa seansi vaqtida belgilangan hududga xizmat ko'rsatishi kerak. Shuning uchun eshittirish har kuni ma'lum bir vaqtda olib boriladi.

Sun'iy yo'ldoshli eshittirishni tashkil etishda signallarning analog va raqamli uzatish turlaridan foydalaniladi. Televizion signal spektri 6 МГц chastota kengligini egallaydi. Tashuvchi osti chastotalar bu spektrdan yuqori joylashadi. 3.10-rasmda televizion S_{tv} va S_{oe1}, S_{oe2} tovush eshittirish signallarining va tashuvchiosti f_{n1}, f_{n2} chastotalardagi spektr quvvatlari ko'rsatilgan.



3.10- rasm. TV tasvir S_{TV} va tovush eshittirish $S_{TE1,}$ S_{TE2} signallari spektrlari.

3.10-rasmdan ko'rinib turibdiki, OE signallari shovqinning maksimal sathiga to'g'ri keladi. Agarda OE signallarini uzatish uchun kanallarni chastotali taqsimlash tizimidagidek bir polosali modulatsiya qo'llanilsa, unda talab etilgan signal-xalaqit nisbatiga erishish uchun katta quvvat kerak bo'ladi. Bu holda TV stvoli chastota og'ishining talaygina miqdori OE signalini uzatishga sarf bo'ladi va TV signalini uzatish sifati yomonlashadi. Signal-xalaqit nisbati chastotali modulatsiyada (CHM) yaxshi natija beradi. Ovoz eshittirish signallari chastota bo'yicha 6,5÷8,5 МГц kenglikda tashuvchiosti chastota bilan CHM_1 modulatsiyalanadi, keyin TV signali bilan qo'shilib CHM_2 kirishiga uzatiladi (3.11-rasm).



3.11- rasm. Uzatish stvolida signalning shakllanish struktura sxemasi.

Signallarni qabul qilish stansiyasida demodulatsiya jarayoni teskari ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Shunday qilib, TE signali ikki marta chastota bo'yicha modulatsiyalanadi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, tashuvchiosti ovoz eshittirishida signal spektrining kengayishi hisobiga qo'shimcha shovqinbardoshlik imkoniyat paydo bo'ladi. Tovush eshittirish signali spektri TV signali spektridan

bir necha marta tor bo‘lganligi sababli CHM_2 ning kirishida signal spektrini kengaytirilishi katta ahamiyatga ega emas va signal-xalaqit nisbati ovoz eshittirish kanali uchun amalda o‘zgarmaydi.

TE kanalida signal-xalaqit nisbatini yaxshilash maqsadida kompanderli shovqin so‘ndirgichlar qo‘llaniladi. Shu prinsip asosida yerning sun’iy yo‘ldoshi “Orbita-2”, “Moskva” ovoz eshittirish kanallari tashkil etilgan.

“Moskva” va “Ekran” tizimlarida esa xalaqitga bardoshlilikni oshirish maqsadida boshqariladigan kompander yordamida dinamik diapazonni imkoniyat darajasigacha siqiladi.

Dinamik diapazonni bunday siqish natijasida sifat nisbati 15÷18 дБ ni tashkil etadi. Oddiy “siquvchi-kengaytiruvchi” tizimda signal-xalaqit sifati o‘rtacha 10÷12 дБ ni tashkil etadi, xolos.

3.9. Radioeshittirishda ovoz yozish

3.9.1. Ovoz yozishning vazifalari

Magnit yozuvi radioeshittirish dasturlarini tayyorlashning asosiy bosqichlaridan hisoblanadi. U musiqa asarlarini, davlat arboblarining nutqlarini uzoq muddatga saqlab qolish imkoniyatini beradi. Tovush yozishning muhim tomoni eshittirishning tinglovchilarga qulay bo‘lgan vaqtda amalga oshirilishidir.

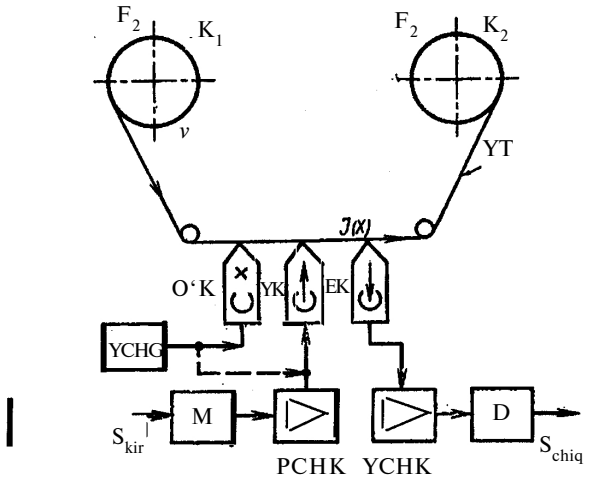
Radioeshittirishda ovoz yozish quyidagi masalalarni hal etish uchun qo‘llaniladi: repetitsiya ishlarini olib borish, dasturlarni qisqa va uzoq muddatga saqlash. Eshittirish dasturlarini tayyorlashda repetitsiya vaqtlarida magnit tasmasiga yoziladi va shu zahotiyoq qayta eshittiriladi. Shunday qilib, ijrochi o‘z ijrosini tekshirish va nuqsonlarini yo‘qotish imkoniyatiga ega, natijada eshittirishning sifati oshadi. Har bir radio uyida oldindan yozilgan musiqa asarlari, fonogrammalar mavjud bo‘lib, ular maxsus xona – fonotekada saqlanadi. Dasturlarni tayyorlash jarayonida fonotekada saqlanayotgan ayrim musiqa va badiiy asarlardan keng foydalaniladi. Hozirgi vaqtda elektr signallarini yozishning bir necha usullari ma’lum. Bular – elektromexanik, fotografik va magnit yozuvlaridir.

Elektromexanik yozuvda tovush tashuvchining, ya’ni yoziladigan materialning ishchi yuzasi, shakli yoziladigan signalga mos

ravishda o‘zgaradi. Elektromexanik yozuv turlaridan biri – plastinkalarga yozishdir. Yozuv jarayonida plastinkalarga yoziladigan signallarning shakliga mos ravishda kichik ariqchalar kesiladi. Elektromexanik yozuv tovush chatotasi signallarini yuqori sifatda yozishni ta’minlaydi. Bu usulning kamchiligi yozilgan signallarni o‘chirib va mexanik montaj qilib bo‘lmasligidir.

Fotografik yozuvda yoziladigan signalga mos uning fotografik tasviri yaratiladi. Bu usulda yozilganda axborot zichligining yuqori va sifatli bo‘lishiga erishiladi, ammo signal yozilgan elementning fotoximik ishlanishi bu usulning keng qo‘llanilishini cheklaydi.

Magnit yozuvi, yuqorida bayon etilgan usullardan farqli ravishda, radioeshittirishda va kundalik hayotda o‘zining bir qator afzalliklari tufayli keng qo‘llanilmoqda. Bularga: signal yozilgan magnit tasmasining qayta ishlanmasligi, montaj qilish imkoniyati borligi, ko‘p marotaba ovoz eshittirilishi, nusxa ko‘chirilishi va boshqalar. Magnit ovoz yozish-eshittirish qurilmasining umumiy sxemasi 3.12-rasmda ko‘rsatilgan.

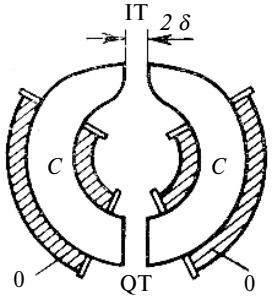


3.12-rasm. Magnitofonnig struktura sxemasi:
F_1,F_2–magnit tasmalari g‘altagi; *YT*–yozuv tasmasi; *YCHG*–yuqori chastotali generator; *O‘K*–o‘chirish kallagi; *YK*–yozuv kallagi; *EK*–eshittirish kallagi; *M*–modulator; *D*–detektor; *PCHK*–past chastotali kuchaytirgich; *YCHK*–yuqori chastotali kuchaytirgich.

3.9.2. Magnit kallaklari. Magnit kallagining statik maydoni

Magnit kallaklari ishlash prinsipi bo‘yicha elektromagnit o‘zgartgichlardir. Yozuv kallagi elektr signallarini elektromagnit kuchlanishlariga o‘zgartiradi va magnit tasmalari elektromagnit maydoni ta’sirida magnitlanadi. Eshittirish kallaklari magnit tasmasidagi qoldiq magnit kuchlanishini EYK ga o‘zgartiradi. O‘chirish kallagi esa elektr kuchlanishini o‘chiruvchi magnit maydoniga o‘zgartiradi. Magnit kallaklari konstruktiv tuzilishi jihatidan farqlanmaydi.

Har qanday magnit kallagining asosi uning o‘zagidir, u kallak cho‘lg‘amlaridan oqayotgan tok hosil qilgan magnit oqimini o‘tkazuvchi vazifasini bajaradi. O‘zak materiallari sifatida permelloy, alfenol hamda yuqori o‘tkazuvchan ferritlar ishlatiladi. Kallakdagi uyurma tok yo‘qolishlarini kamaytirish maqsadida metall o‘zaklar 0,1−0,2 mm qalinlikdagi alohida plastinkalardan yig‘iladi. Magnit oqimini o‘tkazuvchi o‘zak ikki yerda uzilgan (3.13-rasm) bo‘lib, ishchi tirqish IT va qo‘shimcha tirqishlar − QT deb ataladi.



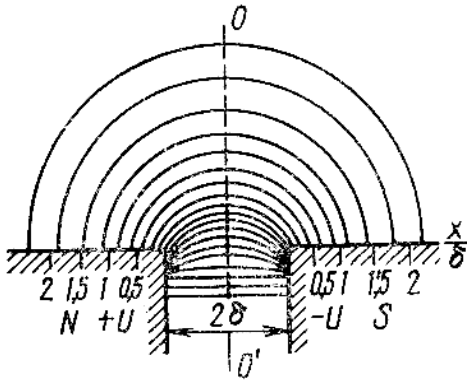
3.13-rasm. Yozuv magnit kallagi.

Odatda, ishchi tirqish 1÷2 mkm ni tashkil etadi. Magnit tasmasi ishchi tirqish yonidan o‘tganda, yozuv kallagiga berilayotgan signalga proporsional magnitlanadi.

Qo‘shimcha tirqish faqat yozuv kallaklarida bo‘lib, u o‘zakni magnit oqimi to‘yinishidan saqlaydi. Qo‘shimcha tirqish kengligi taxminan 30÷40 mkm ni tashkil etadi. Ishchi tirqishning kichikligi va yozuv tezligining nisbatan kattaligi, yozuv tasmasidagi har bir domenning (elementning) ishchi tirqish oldidan qisqa vaqtda o‘tishi tufayli kallak magnit maydoni o‘zgarib ulgurmaydi va moment, statik, ya’ni vaqt bo‘yicha o‘zgarmas deb qabul qilinadi.

3.14-rasmdan ko‘rinib turibdiki, kallakning ishchi tirqishi tubida kuchlanish chiziqlari bir-biriga parallel, yonlarida bo‘rttirilgan foydali magnit oqimi tarqalishi hosil bo‘ladi.

Tirqish burchagidan uzoqlashgan sari kuchlanish chiziqlari yarim doira shaklida bo‘ladi.



3.14-rasm. Kallakning statik magnit maydoni.

Aytaylik, ishchi tirqish 1 mkm bo‘lgan kenglikni tasma 19 sm/s tezlikda 5 mks da o‘tadi. Bundan tashqari, birinchidan, kallakning ishchi yuzasi cheksiz uzunlikka ega, ikkinchidan, kallak o‘zagining magnit o‘tkazuvchanligini cheksiz deb qabul qilamiz. Shularni inobatga olgan holda quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

− ishchi tirqish tubida kuchlanish chiziqlari bir-biriga parallel holda tarqaladi;

− tirqish chekkalarida kuchlanish chiziqlari bo‘rtib, foydali (ishchi) oqim yoyini tashkil etadi;

− kuchlanish chiziqlari tirqish chekkalaridan uzoqlashgan sari ishchi yuzasiga normal tutashgan yarim doira shaklida bo‘ladi;

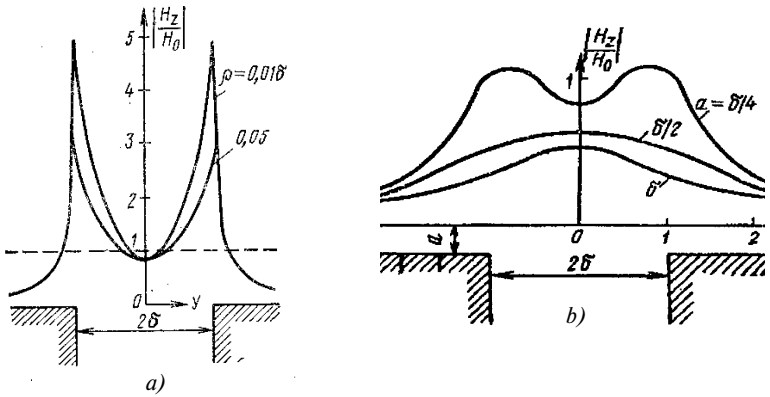
− potensiali nolga teng chiziq (OO`) tirqishning markazidan o‘tadi;

− kuchlanish chiziqlari zichligiga bog‘liq bo‘lgan maydon kuchlanishi kallak yuzasidan uzoqlashgan sari pasayadi.

Olib borilgan izlanish va hisoblar shuni ko‘rsatadiki, tasmaga yozish jarayonini amalga oshiradigan maydon kuchlanishi ko‘p jihatdan tirqish burchagi radiusi va kallak bilan tasma oralig‘iga bog‘liq. 3.15-*a* rasmda maydon kuchlanishlari nisbati modulining tirqish burchagi radiusiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan.

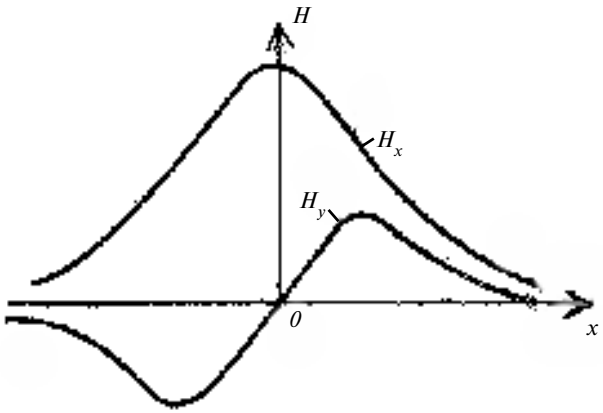
Rasmdan ko‘rinib turibdiki, maydon kuchlanishi maksimumi tirqish chegaralari yuqorisida joylashgan. Bu maksimum kuchlanish tirqish burchagi radiusi oshgan sari pasayib boradi.

Maydon kuchlanishining tasma va kallak oralig‘iga bog‘liqligi 3.15-*b* rasmda ko‘rsatilgan.



3.15-rasm. Kallak magnit maydoni:
a – tirqish burchagiga bog‘liqlik; *b* – tasma va kallak oralig‘iga bog‘liqlik.

3.15-*b* rasmdan ko‘rinib turibdiki, tasma bilan kallak oralig‘i oshgan sari ikki o‘rkachli egri chiziq bir o‘rkachli egri chiziq ko‘rinishiga aylanadi. Bu holat kallak ishchi yuzasini yetarlicha ishlash imkoniyati yo‘qligidan dalolat beradi. Maydon kuchlanishlari modulini ikki – vertikal (H_y) va gorizontal (H_x) tarkiblarga ajratish mumkin.



3.16-rasm. Kuchlanish maydonining gorizontal (H_x) va vertikal (H_y) tarkiblari grafigi.

Bu tarkiblar quyidagicha aniqlanadi:

$$Hx = \frac{Ho}{\pi}\left[arctg\frac{x+\delta}{y} - arctg\frac{x-\delta}{y}\right], \qquad (3.8)$$

$$Hy = \frac{Ho}{2\pi}\ln\frac{y^2+(\delta+x)^2}{y^2+(\delta-x)^2}, \qquad (3.9)$$

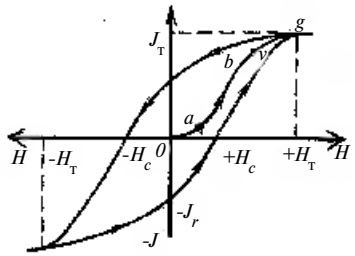
bu yerda, H_0–ishchi tirqish tubidagi kuchlanish.

3.9.3. Ferromagnitlarning magnitlanish jarayoni

Magnitlanmagan holatda domenlarning magnitlanish vektorlari ixtiyoriy joylashganligiga sabab, yig‘indi momenti nolga teng. Domenga kichik magnit maydoni ta’sir etsa, uning magnitlanishi asta-sekin maydon yo‘nalishiga moslasha boradi. Bu yo‘nalish magnit maydoni o‘chirilishi bilan yo‘qolib qoladi.

Bu holat magnitlanish egri chizig‘ining *oa* qismiga to‘g‘ri kelib, *qaytariluvchan siljish uchastkasi* deb ataladi. Keyinchalik tashqi maydon kuchini oshirsak, domenning magnitlanishi kuchayadi, bu *ab* bo‘lagiga to‘g‘ri kelib, *qaytarilmas siljish uchastkasi* deyiladi, chunki tashqi maydonning o‘chirilishi domenning asl holatini tiklamaydi.

Agarda tashqi kuchlanish *bv* qismiga yetguncha oshirilsa, u holda domenning magnitlanish yo‘nalishi maydon yo‘nalishi tomon buriladi. Bu bo‘lak *qaytarilmas burilish uchastkasi* deyiladi. Keyinchalik domenlarning to‘yinish holati yuz beradi (H_t,I_t), *oa bvg* chizig‘i *boshlang‘ich magnitlanish egri chizig‘i* deyiladi, unga katta egrilik va boshlang‘ich qismida kichik qiyalik xosdir. Tashqi maydon ta’sirini butunlay olganimizda, domen I_r qiymatga magnitlanadi, bu *qoldiq magnitlanish* deb ataladi. H_c – koersitiv kuch.

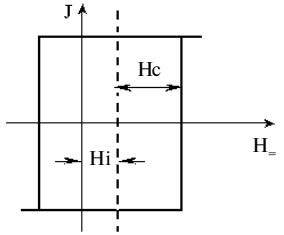


3.17-rasm. Magnitlanish egri chizig‘i.

Magnitlanishni qarama-qarshi yo‘nalishda ham bajarish mumkin, domenlarning magnitlanishi tutash egri chiziqni hosil qiladi – bu tutash chiziq *gisterezis sirtmog‘i* deyiladi (3.17-rasm).

3.9.4. Preysax modeli

Preysax modelida domen asosida ferromagnitlarning struktura tuzilishi nazarda tutilib, unga ko‘ra, har bir domen tarmoqburchak shaklidagi shaxsiy gisterezis sirtmog‘iga ega. Sirtmoq koordinata o‘qiga nisbatan nosimmetrik bo‘lib, u domenlarning o‘zaro ta’siri natijasida vujudga kelgan H_i qiymatga teng siljishga ega. Alohida domenlarning H_i va H_c qiymatlari tashqi kuchlanish maydoni va ferromagnit jismlarning holatiga bog‘liq emas. Qayta magnitlanish tashqi kuchlanish maydoni qiymati H_i+H_c dan oshgandagina sodir bo‘ladi $H_c>>H_i$.

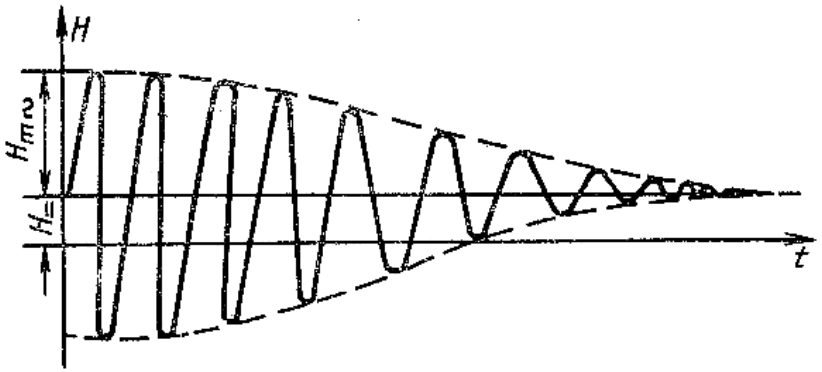


3.18- rasm. Preysax nazariyasi bo‘yicha gisterezis sirtmog‘i.

Preysax modeli ferromagnit jismlarning statistik holatini hisobga oladi, unga mos holda har bir material uchun turli H_i va H_c qiymatlarga ega taqsimlangan zarrachalar mavjud.

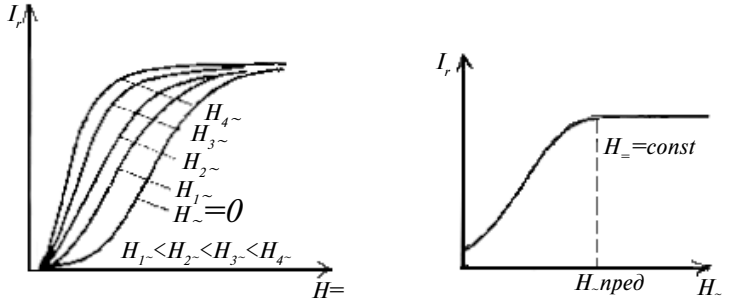
3.9.5. “Ideal” magnitlanish

Magnit yozuvining bu usulida magnit tasmasiga bir vaqtning o‘zida o‘zgaruvchan ($H_~$) va o‘zgarmas ($H_=$) kuchlanishlar maydoni ta’sir etadi. O‘zgaruvchan kuchlanish maydoni sathi, 3.19-rasmda ko‘rsatilganidek, asta kamaytirib boriladi.



3.19-rasm. “Ideal” magnitlanish jarayoni.

Magnitlanish jarayonida ferromagnit bir necha marotaba qayta magnitlanadi. Ferromagnitga turli qiymatlarda o‘zgaruvchan ($H_~$) maydon ta’sir etib, o‘chirganimizdan so‘ng boshlang‘ich magnitlanish egri chizig‘i sezilarli rostlangani ko‘rinadi (3.20-*a* rasm).



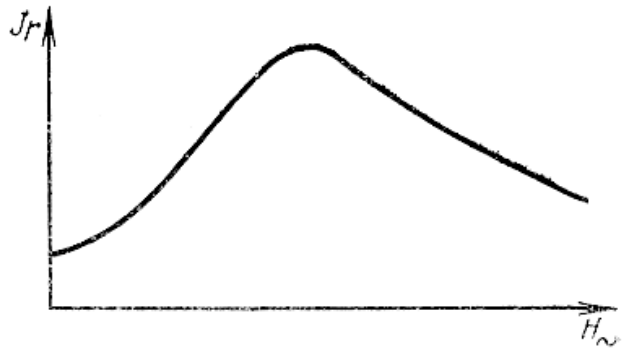
a) *b)*

3.20-rasm. I_r ning $N_~$ va $N_=$ ga bog‘liqligi.

$H_~$ qiymatining bundan keyin oshirilishida maksimal qoldiq magnitlanish sathi I_r qandaydir $H_{~chegara}$ qiymatiga intiladi va keyinchalik $H_~$ ning oshishi I_r qiymatiga ta’sir etmaydi (3.20-*b* rasm).

3.9.6. Qo‘shimcha yuqori chastotali magnitlash bilan yozish

Magnit yozuvining bu usulida yozuv kallagiga signal bilan barobar 60÷70 кГц yuqori chastotali magnitlash toki beriladi. Natijada tasmadagi har bir domen yozish jarayonida bir necha marotaba qayta magnitlanadi. Foydali signal chastotasi yuqori chastotali signaldan 5−10 marta kichik bo‘lgani sababli, foydali signalning kuchlanish maydoni kvazistatistik magnit yozuvini kvaziideal deb hisoblash mumkin. Qo‘shimcha yuqori chastotali magnitlanishning ideal magnitlanishdan farqi, bu usuldagi qoldiq magnitlanish QYCH toki oshgan sari chegara qiymatga intilmaydi, aksincha, qoldiq magnitlanish egri chizig‘i absissa o‘qiga yaqinlasha boradi.



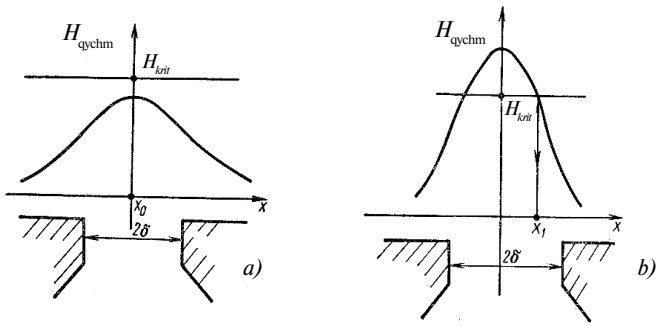
3.21-rasm. QYCHM kuchlanish maydoni.

Rasmdan ko‘rinib turibdiki, qo‘shimcha yuqori chastotali magnitlash qoldiq magnit maydoni yaqqol ifodalangan maksimumga ega. Tabiiyki, qoldiq qo‘shimcha yuqori chastotali magnit maydoni maksimum bo‘lganda, qayta eshittirish signal sathi ham maksimum qiymatga ega bo‘ladi.

Qayta eshittirish maksimal bo‘lgandagi qo‘shimcha magnitlash qiymati *optimal magnitlash* deb ataladi. Agarda QYCHM kuchlanishi optimal qiymatidan oshsa yoki kamaysa, qayta eshittirish kuchlanishi sezilarli pasayadi.

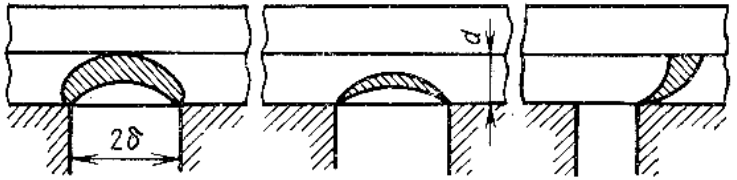
3.9.7. Kritik zona tushunchasi

Gollandiyalik olim Vestmayze 1953-yilda shunday g‘oyani ilgari surdiki, unga ko‘ra qayta eshittirish kuchlanish yuqori chastota magnit maydoniga bog‘liq. Magnit tasmasi bu g‘oyaga binoan H_{qychm} “kritik” qiymatga ega bo‘lgan yerda magnitlanadi.



3.22- rasm. H_{qychm} maydon kuchlanishining kritik qiymati.

Kritik zona (KZ) cheklangan uzunlikka ega va uning qiymati, shakli magnitlanish tokiga, magnit tasmasining ishchi qatlamiga, qisman yozuv kallagining ishchi tirqishi kengligiga bog‘liq.



3.23-rasm. H_{qychm} ning turli qiymatlarida “kritik zona” shakli.

Optimal qo‘shimcha magnitlanishda KZ magnit tasmasi ishchi qatlamini to‘la kesib o‘tadi (3.23-*a* rasm), natijada qatlam to‘la ishlatiladi.

Qo‘shimcha magnitlanish optimal qiymatdan kichik bo‘lganda KZ ishchi qatlamni qisman kesib o‘tadi (3.26-*b* rasm), bunda ishchi qatlam to‘la ishlatilmaydi va qayta eshittirish signal kuchi pasayadi. Magnitlanish optimal qiymatdan katta bo‘lganda, KZ ta’sir maydoni oshadi (3.23-*d* rasm), natijada yozuv jarayonining aniqligi yo‘qoladi.

3.9.8. Ovozni qayta eshittirish jarayoni

Ovozni yozish jarayonida magnit tasmasida qoldiq magnit oqimi hosil bo‘lib, uning miqdori (6,25 mm tasma uchun) taxminan 2 нВб ni tashkil etadi. Qayta ovoz eshittirishda magnit oqimining bir qismi eshittirish kallagi o‘zagidan o‘tib, uning cho‘lg‘amlarida foydali signalga proporsional elektr yurituvchi kuch hosil qiladi. Qayta ovoz eshittirish kuchsiz magnit maydonlarda amalga oshadi.

Eshittirish kallagi cho‘lg‘amlaridan o‘tayotgan magnit oqimini quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin:

$$\Phi_x(x) = \int_a^{a+d} \int_{-\infty}^{\infty} (\bar{x} - x, y) H_x(\bar{x}, y) dx dy , \qquad (3.10)$$

bunda: $H_x(\overline{x},y)$ – eshittirish kallagi sezgirligining funksiyasi; a– kallak va tasma orasidagi masofa; d–tasmaning ishchi qalinligi.

$H_x(x,y)$ funksiya eshittirish traktining magnit oqimiga impuls reaksiyasini, ya'ni tasma va kallak orasidagi magnit o'tkazuvchanligining taqsimotini ko'rsatadi va kallak tasmaning magnitlanganligini kallak o'zagidagi oqim bilan bog'laydi.

X va Z yo'nalishlari bo'yicha o'zagi cheksiz katta va cheksiz o'tkazuvchan ideal kallak uchun eshittirish kallagi sezgirligi funksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$H_x(x,y)=\frac{H_o}{\pi}\left[arctg\frac{x+\delta}{y}-arctg\frac{x-\delta}{y}\right], \qquad (3.11)$$

bunda H_o – kallak tirqishi markazidagi maydon kuchlanishi, o'zgarmas qiymat

$$I_r(x)=I_o\cos(2\pi x/.\lambda) \qquad (3.12)$$

3.10-va 3.11-larni 3.12-formulaga qo'yilib, eshittirish kallagidan o'tayotgan magnit oqimi quyidagicha ifodalanadi:

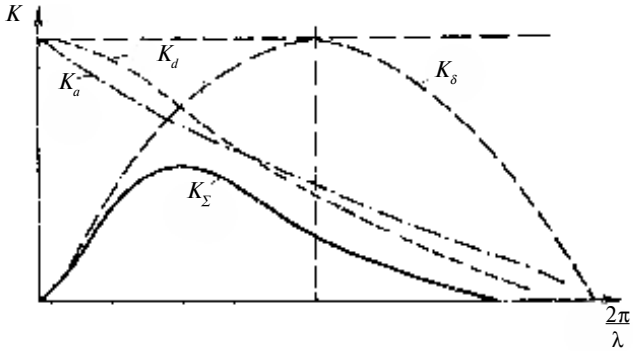
$$\Phi(x)=\Phi_o\frac{\sin(2\pi\delta/\lambda)}{2\pi\delta/\lambda}\cdot e^{-2\pi a/\lambda}\frac{1-e^{-2\pi d/\lambda}}{2\pi d/\lambda}\cos 2\pi.\frac{x}{\lambda} \qquad (3.13)$$

$K_\delta=\left(\sin 2\pi\frac{\delta}{\lambda}\right)/2\pi\frac{\delta}{\lambda}$ – tirqish yo'qolishlari koeffitsiyenti. (3.14)

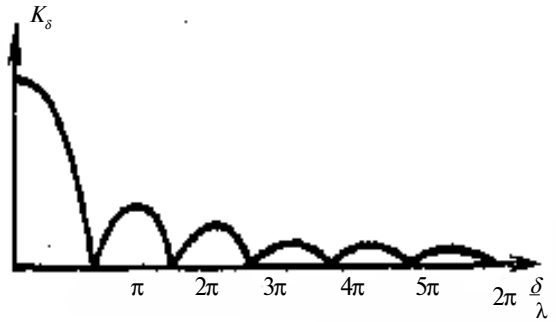
$K_a=e^{-2\pi a/\lambda}$ – kontakt yo'qolishlari koeffitsiyenti. (3.15)

$K_d=\frac{1-e^{-2\pi d/\lambda}}{2\pi d/\lambda}$ –qatlam yo'qolishlari koeffitsiyenti. (3.16)

Agar kallak tirqishi tasma va kallak oralig'i (kontakt) hamda ishchi qatlam qalinligidan kichik bo'lsa, unda qatlam va kontakt yo'qolishlari ustun keladi.



3.24-rasm. K_a, K_d, K_d grafiklari va ularning umumiy tavsifnomasi.

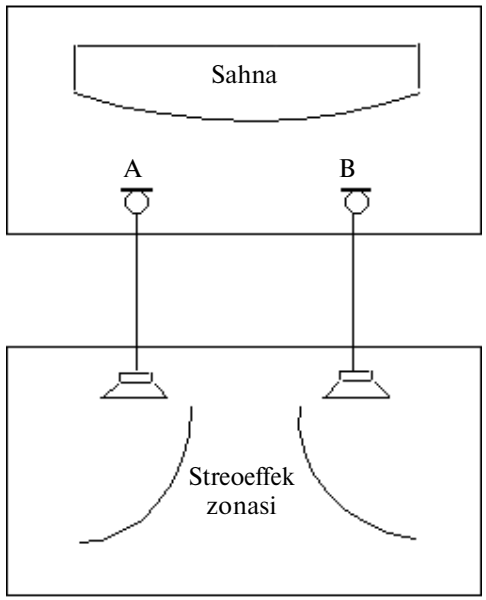


3.25-rasm. K_d tirqish yo'qolishi grafigi.

3.9.9. Mikrofonli stereofonik radioeshittirish

Stereoeffekt ikkita omildan iborat. Chap va o'ng quloqqa keluvchi signallarning turli vaqti va bu signallarning turlicha jadalligi. Bir qarashda bu ikki omil to'la AB tizimida amalga oshiriladigandek, bu tizimda bir xil tavsifli A va B mikrofonlar xonaning ikki tomoniga simmetrik o'rnatiladi (3.26-rasm). Mikrofon chiqishidagi signallar alohida kanallar orqali xonadagi tinglovchiga nisbatan chap va o'ng tomonda joylashgan radiokarnaylarga keladi.

Stereofonik effekt tovush manbayiga yaqin turgan mikrofon qabul qilgan tovush sathi shu tovushni qabul qilgan ikkinchi mikrofon sathidan kattaligi hamda vaqt bo'yicha o'zishi hisobiga erishiladi.



3.26-rasm. AB mikrofonli tizim.

Bu sathlar nisbati va vaqt siljishi stereoeffekt zonasida turuvchi tinglovchilar uchun radiokarnaylar orqali eshittiruvchi tovushlarda ham mos ravishda saqlanadi. Radiokarnaylar yaqinida bu zona radiokarnaylar o‘qi oldida mujassamlanadi va undan uzoqlashgan sari kengaya boradi. Mikrofonlar o‘rtasidagi tovush manbayining siljishi natijasida mikrofonlar qabul qilayotgan sathlar nisbati va tovushlarning vaqt siljishi ham o‘zgaradi.

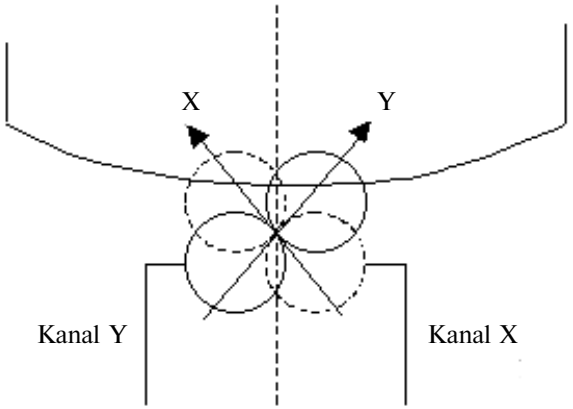
Shunga mos ravishda tovushlarni tinglash xonalarida qayta eshittirish sharoitlari ham o‘zgaradi. Eshitish a’zosiga bu karnaylar o‘rtasidagi mavhum manbaning siljishidek tuyuladi.

AB stereofonik tizimining asosiy kamchiligi shundaki, ikkita stereofonik signallarning yig‘indisi monofonik eshittirishda to‘la moslashmaydi. Ammo ko‘rinib turibdiki, A va B mikrofonlari qabul qilgan signallarni qo‘shganda chastota buzilishlari bo‘lishi shart, bu buzilishlar tovush manbayidan mikrofonlargacha bo‘lgan masofa farqi va interferensiya effekti bilan bog‘liq. Masofa farqi faza siljishini 180° gacha burishi mumkin. Bunda monofonik signalda shu tovush chastotasi umuman bo‘lmaydi.

Interferensiya effektlarini yo‘qotish uchun qo‘shma mikrofonlar tizimi ishlab chiqilgan, ularda stereoeffekt signallar sathining farqi hisobiga shakllanadi. Bunday tizimlarda mikrofonlar turli va turlicha belgilangan yo‘nalish diagrammalariga ega bo‘lishlari kerak.

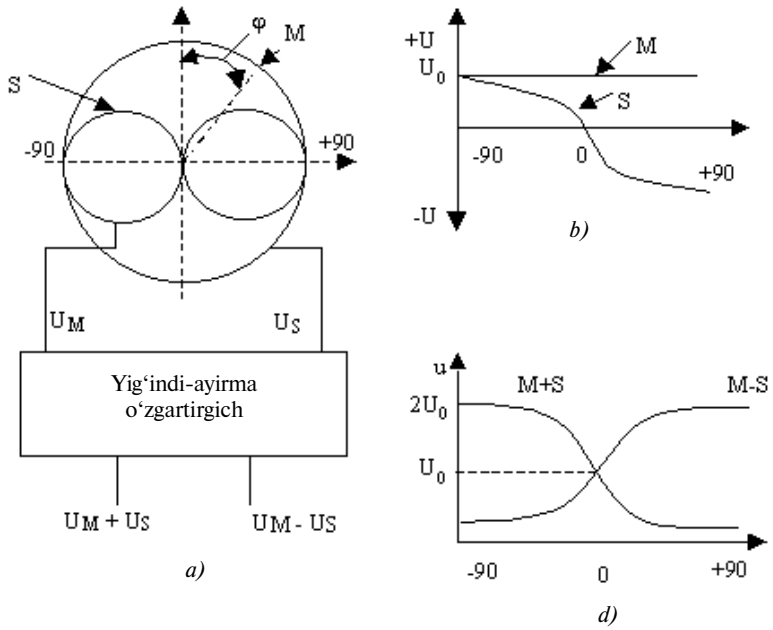
XY tizimida ikkita bir xil tavsifli va yo‘nalganlik diagrammasi sakkizsimon mikrofon bir nuqtada shunday joylashganki, ularning yo‘nalganlik diagrammasi o‘qlari 90° ni tashkil etadi. Mikrofonlar chap-o‘ng kanal radiokarnaylar bilan bog‘langan. Bunda stereofonik effekt mikrofonlarning tovush manbayidan kelayotgan tovush to‘lqinlariga turlicha sezgirligi hisobiga bo‘ladi.

XY tizimi AB tizimiga qaraganda ancha moslashuvchanroq, ammo sahna markazida joylashgan tovush manbalari bir muncha baland tovushga ega va monofonik eshittirishlarda ular tinglovchilarga yaqinroq joylashgandek tuyuladi. XY tizimi sahnada qo‘zg‘almaydigan ijrochilarni yozishda qo‘llaniladi, sahna markazidagi ijrochilar esa, mikrofondan uzoqroqda joylashtiriladi.



3.27-rasm. XY mikrofonli tizimi.

Tovushni MS usulida uzatishda mikrofonlar XY usulidagidek sahna markazida joylashtiriladi. Biroq, bu holda mikrofonlardan bittasi yo‘naltirilmagan, ikkinchisi yo‘naltirilgan bo‘lib, yo‘nalganlik diagrammasi sakkizsimon shaklda bo‘ladi.



3.28-rasm. MS mikrofonli tizimi.

Mikrofonlar chiqishidagi kuchlanishlarning tovush kelish burchagiga bo‘lgan bog‘liqligi 3.28-*b* rasmda ko‘rsatilgan. M kanal mikrofoni kuchlanishi doimo o‘zgarmas, S kanali mikrofoni chiqishda esa, kuchlanish tovush kanali yo‘nalishi −90 va +90 bo‘lganda maksimal qiymatga ega.

Tovushlarni qayta eshittirishda chap radiokarnayga ikkala mikrofondan yig‘indi kuchlanishlar, o‘ng radiokarnayga esa ayirma kuchlanishlar beriladi. Chap va o‘ng kanal stereofonik signallarning bo‘linishi qo‘shma-ayirma o‘zgartirgich yordamida amalga oshiriladi. Qo‘shma-ayirma o‘zgartirgichning ishlashi 3.28-*d* rasmda ko‘rsatilgan.

3.9.10. Sinxron radioeshittirish

Sinxron radioeshittirish deb, bir necha radiouzatkichlarning bir chastotada ishlab, bir xil dastur uzatishiga aytiladi. Sinxron radioeshittirish odatda o‘rta to‘lqin diapazonida olib borilib, bir

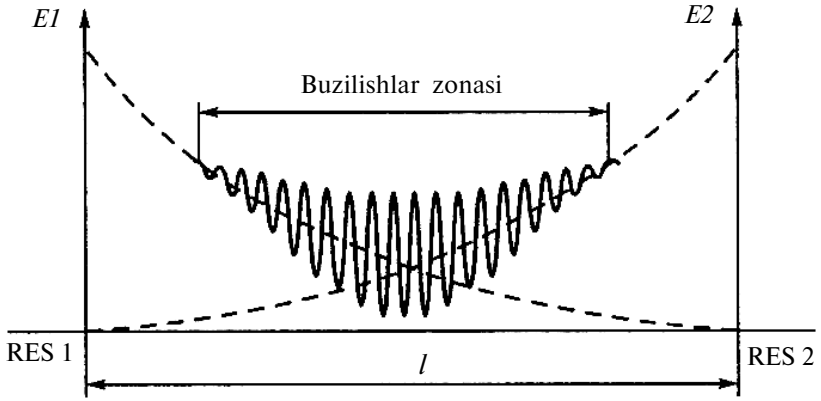
chastota kanalida ishlaydigan uzatkichlar soni bir necha o‘ngacha yetadi. Eshittirishning bu turi chastota kanallaridan bir necha marta foydalanilganligi sababli, samaradorligi yuqori, chunki yuqori chastota bo‘yicha talab etiladigan himoyalanish nisbatini keskin pasaytirish va uzatkichlarning xizmat zonasini oshirish imkonini beradi.

Sinxron radioeshittirish tarmoqlarida fazoviy to‘lqinlarda ishlaydigan katta quvvatga ega uzatkichlardan foydalanish maqsadga muvofiq emas, chunki bu xalaqit stansiyalarining yoki boshqa xalaqit manbalarining signallari sathi oshishi ularning ish rejimiga ta’sir etadi. Sinxron eshittirish uzatkichlari quvvati o‘rta va kam quvvatli bo‘lganda ishlash barqarorligi yaxshiroq bo‘ladi. Uzatkichlarning umumiy yig‘indi quvvati, xizmat zonasi chegaralarida xuddi shunday kuchlanish yaratadigan bitta uzatkich quvvatidan kam.

Hisob-kitoblar shuni ko‘rsatadiki, 20 кВт quvvatga ega uzatkichni 1 кВт likka almashtirganda, ularning sonini 4 marta oshirish zarur ekan, ammo energiyaning umumiy sarflanishi 5 marta kamayadi. Sinxron radioeshittirishlarning iqtisodiy ko‘rsatkichlarini yana ham oshirish maqsadida uzatkichlarning soni oshganda, ularni masofadan boshqarishga o‘tkaziladi.

Sinxron radioeshittirishning yana bir afzalligi uzatkichlarning o‘zaro zaxiralanishi hisobiga ishlashining yuqori ishonchliligi. Bir uzatkich ishdan chiqqanda tinglovchi sifati biroz yomonlashsa-da, ikkinchi uzatkichdan axborotni oladi. Sinxron radioeshittirishning kamchiligi, xizmat zonasining ayrim uchastkalarida qabul qilish sifatida pastroq. Buzilishlar uzatkich maydonlarining o‘zaro interferensiyasi natijasida sodir bo‘ladi. Bunda kuchlanish tebranishlari fazalari farqi natijasida xizmat maydonining ayrim joylarida natijaviy kuchlanish juda kichik bo‘ladi (3.29-rasm).

Interferensiya radioqabulqilgichda signalni susaytiribgina qolmay, balki buzilishiga ham sababchi bo‘ladi. Bu buzilishlar sodir bo‘lgan joylar *buzilishlar zonasi* deb ataladi. To‘lqin uzunligi va kuchlanishlar nisbatiga qarab buzilishlar zonasi kengligi uzatkichlar oralig‘ining 7 dan 15% ni tashkil etadi (3.29-rasmda interferensiya masshtabda keltirilmagan).

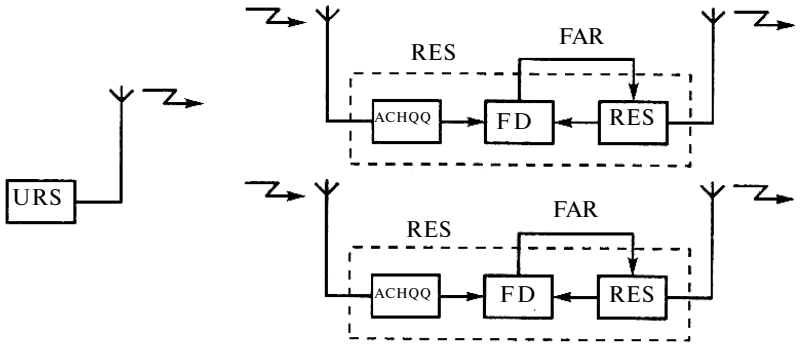


3.29-rasm. Sinxron radioeshittirishdagi buzilishlar zonasida interferensiya ko‘rinishi.

Bu buzilishlar, buzilishlar zonasining istalgan nuqtasida paydo bo‘lishi mumkin. Buzilishlar sezilarli bo‘lganda qabulqilgichning tashqi antennasidan ichki (magnit) antennasiga yoki teskarisi o‘tkazilsa bas. Bu qayta ulashda buzilishlarning yo‘qolish sababi turg‘un to‘lqin maydonlaridagi elektr va magnit antenna minimumlari nuqtalari mos kelmaydi. Turg‘un to‘lqinlar elektr tarkibining minimum (tugun) nuqtasi magnit tarkibining maksimum (do‘nglik) nuqtasiga to‘g‘ri keladi. Shuning uchun hozirgi qabulqilgichlarda elektr antennasidan magnit antennasi o‘tkazish imkoniyati bo‘lsa, bunday qabulqilgichlar uchun buzilishlar zonasi mutloq bo‘lmaydi. Ammo uzatkichlarning ishlash rejimining birdan-bir sharti faza sinxronligi shartidir.

Nurlanish fazalari siljiganda interferensiya buzilishlari maydon bo‘ylab ko‘chib yuradi. Hozirgi vaqtda sinxronlikni yaxshilash maqsadida radioeshittirish stansiyalari eltuvchi chastota tebranishlari fazalarini avtomatik ravishda sozlash amalga oshiriladi. Avtosozlash uchun aniq chastotalar signali uzatiladi. Uzatishlar o‘zgarmas tarqatishlar tavsifi bo‘lgan kilometrli to‘lqin diapazonlarida olib boriladi. Bu prinsip 3.30-rasmda ko‘rsatilgan.

Bunda URS – aniq chastota signallarini uzatuvchi radio stansiya ACHQQ – aniq chastota qabulqilgichi. Faza detektori (FD) kirishiga aniq chastota uzatuvchi radiostansiya chiqishidan va mahalliy radiostansiya sintezatoridan chastota signallari keladi. Fazalarni avtosozlash tizimi (FAT) ushbu sinxron tarmoqda ishlaydigan barcha radioeshittirish stansiyalaridagi chastota sintezatorlari fazasi barqarorligini ta’minlaydi. Yevropadagi uzatkichlar sinxronizatsiyasi namunaviy aniq chastota 66,6 кГц nurlatuvchi uzatkich orqali amalga oshiriladi. Bu chastotaning nominal qiymatidan sutkalik og‘ishi $0{,}7 \cdot 10^{-5}$ Гц dan oshmaydi. 10 кВт li uzatkich tunu kun ishlaydi.

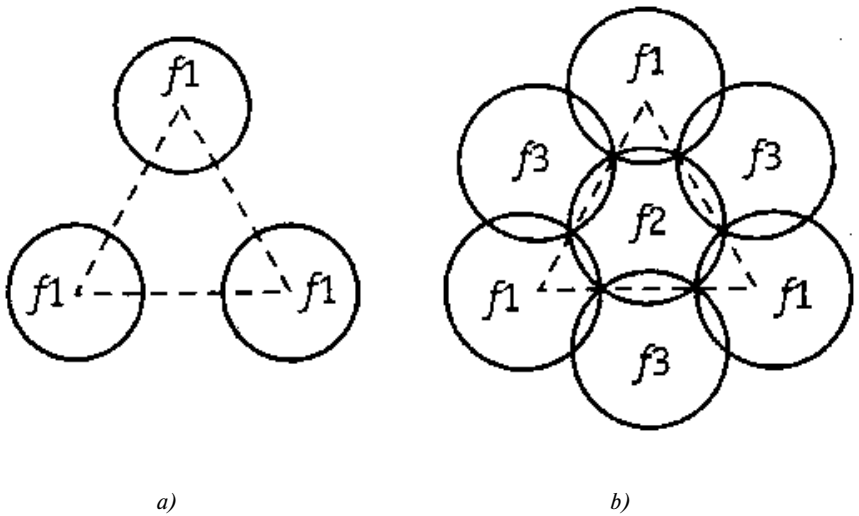


3.30-rasm. Sinxron radioeshittirishda radioeshittirish stansiyalarining fazalarini sinxronizatsiyalash sxemasi.

Ikki turdagi sinxron tarmoqlar qo‘llaniladi: bir to‘lqinli va ko‘p to‘lqinli. Bir to‘lqinli tarmoqlar bir jinsli va kombinatsiyalangan bo‘ladi. Bir to‘lqinli sinxron tarmoqlar, quvvatlari yaqin yoki bir xil uzatkichlardan iborat bo‘lib, aholisi ko‘p katta rayonlarni eshittirish bilan ta’minlashda qo‘llaniladi. Kombinatsiyalangan sinxron tarmoq katta quvvatli (500...1000 кВт) tayanch radiostansiyasi va bir necha kuchsiz (1...50 кВт) uzatkichlardan iborat katta shaharlarda maydon kuchlanganligini oshirib, sanoat xalaqitlarini kamaytirish uchun qo‘llaniladi.

Ko‘p to‘lqinli sinxron tarmoqlar aholisi ko‘p katta maydonlarni eshittirish bilan ta’minlash uchun qo‘llaniladi. Bu tarmoqlarda

turli chastotalarda ishlayotgan stansiya xizmat zonasi shunday joylashtiriladiki, bir chastotada ishlayotgan uzatkichning buzilishlar zonasiga boshqa chastotada ishlayotgan uzatkich xizmat qiladi (3.31-rasm).



a) *b)*

3.31-rasm. Sinxron tarmoqni qurish sxemasi: *a* – bir to‘lqinli; *b* – ko‘p to‘lqinli.

Hozirgi vaqtda MDH mamlakatlarida 40 ga yaqin sinxron eshittirish tarmoqlari ishga tushirilgan bo‘lib, ularda 150 dan ziyod radioeshittirish stansiyalari bor.

Nazorat savollari

1. Tovush eshittirish tizimining asosiy vazifasi nimadan iborat?
2. Tovush eshittirish elektr kanaliga ta’rif bering.
3. Tovush eshittirish kanali va traktlarining qanday sifat ko‘rsatkichlarini bilasiz?
4. Mahalliy ovoz eshittirish markazi struktura sxemasini chizing.
5. Tovush yozishning asosiy vazifalarini sanab o‘ting.
6. Qanday magnit kanallarini bilasiz?

7. Kallak magnit maydonining tirqish burchagiga bog‘liqligi, tasma va kallak oralig‘iga bog‘liqlik grafigini chizing.
8. Ferromagnitlarning magnitlanish jarayonini tushuntiring.
9. Preysax modelining asosiy g‘oyasi nimadan iborat?
10. “Ideal” magnitlanish jarayonini tushuntiring.
11. “Kritik zona” tushunchasi nima?
12. Dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti struktur sxemasini chizing va tushuntiring.
13. TV tasvir va tovush signallari spektirini chizing.

4-bob. TOVUSH SIGNALLARINI QAYTA ISHLASH

4.1. Tovush eshittirish signallarini qayta ishlash masalalari va usullari

Ko‘pchilik hollarda eshittirish kanali va signali tavsifnomalarining nomutanosibligi tufayli kanalning amplituda chastota tavsifnomasi (ACHT) ni korreksiyalash yo‘li bilan tekislash zarurati tug‘iladi.

Tovush eshittirish signalining dinamik diapazoni D_c, ovoz uzatish kanali dinamik diapazoni D_k dan birmuncha katta, $D_c \geq D_k$ bo‘lganligi uchun qo‘lda boshqariladigan yoki avtomatik sath boshqargichlari yordamida signal sathlarini siqish $D_c \leq D_k$ yoki chegaralash zarurati tug‘iladi. Ko‘p hollarda televideniye studiyalarning reverberatsiya vaqti optimal reverberatsiya vaqtidan ancha kichik. Undan tashqari, adabiy-dramatik, radio va teleeshittirishlarda taqlid etish, ya’ni eshittirishlarni boshqa ovozda pastroq yoki balandroq takrorlash zarurati tug‘iladi. Buning uchun kanaldagi asosiy signalga reverberatordan o‘tkazilgan signalni qo‘shib, kanalning chiqishida reverberatsiya yoki optimal reverberatsiya vaqti o‘zgartirilgan signal olinadi.

Shunday qilib, ovoz eshittirish elektr kanali sxemalari yordamidagi o‘zgartirishlardan tashqari, kanal bilan signal parametrlarini moslashtirish uchun qo‘shimcha o‘zgartirishlar kiritish zarur.

Ta’kidlab o‘tish zarurki, signallarning barcha o‘zgartirilishi kanalga ulangan maxsus moslamalar yordamida amalga oshiriladi. Signalni “qayta ishlab” unga istalgan (foydali ma’noda) tus berish mumkin.

Signallarning amplituda-chastota tavsifnomasini (ACHT) korreksiyalashning keng tarqalgan usuli, korreksiyalovchi konturlar qo‘llashdir. Amplituda-chastota tavsifnomasiga ta’sir etishning yana boshqa usuli, signal sathi va dinamik diapazonini boshqarishdir.

Akustik signallar mikrofon yordamida elektr signallariga o‘zgartiriladi. Mikrofon chiqishidagi kuchlanish bir necha mikrovoltni tashkil etgani uchun ular mikrofon transformatori va kuchaytirgichi yordamida kuchaytiriladi va maxsus usulda qayta ishlanadi.

Signallarni qayta ishlash deganda, eshittirishlarni uy sharoitida tinglaganda tovush kuchi shu eshittirishlarni konsert zallaridagi tinglangandagi tovush kuchi qiymatlaridan kichik bo‘lganligi, ya’ni signalning “akustik kelajagi” yo‘qolganligi tushuniladi. Shularni inobatga olgan holda eshittirish signallariga oldindan ko‘zlangan maxsus o‘zgartirishlar kiritish lozimki, natijada tinglovchida yo‘qolgan “akustik kelajagi”ni qayta tiklash, jonli taassurotlarni yaratish, chastota buzilishlarini korreksiyalash, tembr sadolari rang-barangligini o‘zgartirish, shovqin sathini pasaytirish, signallarning dinamik diapazonini yo‘l qo‘yilgan chegaragacha siqish tushuniladi.

Foydali signal parametrlari o‘zgarishiga bog‘liq holda signallarni qayta ishlash quyidagi turlarga bo‘linadi: signal spektri bo‘yicha (chastotali); signal sathi bo‘yicha (dinamikli), shovqin so‘ndiruvchi va maxsus taassurotlar yaratish.

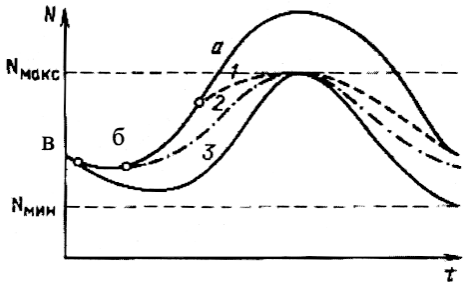
Bunday qurilmalarning aksariyat qismi ovoz rejissori pultida joylashgan yoki u bilan bog‘liq. Bundan tashqari, signallarni qayta ishlash qurilmalari, ya’ni sathni avtomatik boshqargichlar va chastota korrektorlari, aloqa kanallariga va radiouzatish stansiyasining kirish qismiga o‘rnatiladi.

4.2. Signallarni qayta ishlash qurilmalarining klassifikatsiyalari

Tovush signallarini qayta o‘zgartirish uchun dinamik diapazon va chastota bo‘yicha qayta ishlash qurilmalari, shovqin so‘ndirgichlar hamda maxsus effektlar qurilmalari: reverberatorlar, kechiktiruvchi tizimlar, “qatnashish” effekti yaratuvchi filtr – ekvalayzerlar qo‘llaniladi.

Signallarning dinamik diapazonini o‘zgartirish bilan bog‘liq bo‘lgan dinamik qayta ishlash, signal sathlarini qo‘lda boshqariladigan boshqargichlar yoki avtomat boshqargichlar yordamida amalga oshiriladi.

Signal sathlarini qo‘lda boshqarishning zarurati shundaki, dinamik diapazoni 80 дБ dan katta qayta ishlanmagan asl eshittirish signalini dinamik diapazoni 40 дБ bo‘lgan elektr kanalidan uzatib tinglanishidir. Demak, ovoz rejissori dinamik diapazoni 80 дБ bo‘lgan signalni buzilish sodir bo‘lmasligi maqsadida uzatish kanali dinamik diapazon qiymatigacha, ya’ni 40 дБ gacha siqishi zarur. 4.1-rasmda uch prinsipda boshqariladigan signal diagrammasi keltirilgan, *a* egri chizig‘i boshqarilmagan asl signal sathi diagrammasi. Rasmdan ko‘rinib turibdiki, signal sathi ma’lum bir vaqtda belgilangan maksimal N_{maks} qiymatdan yuqori, demak, signalni boshqarish kerak.



4.1-rasm. Turli boshqarishdagi signal sathi diagrammalari.

Birinchi variant bo‘yicha (4.1-rasm: 1) boshqarilganda signalning belgilangan qiymatidan oshishidan oldin ovoz rejissori tezlik bilan so‘nish kiritadi. Bunday boshqarishning estetik effekti

past, chunki musiqa partiturasi bilan tanish tinglovchi bu daqiqada tovush sathi ko‘tarilishi kerak ekanligini biladi, ammo bu ro‘y bermaydi. Natijada signal sathi pasayib N_{maks} qiymatidan oshmaydi. Chunki kiritilayotgan so‘nish tezligi *a* egri chizig‘i o‘zgarishiga mos. Musiqa asari bilan tanish bo‘lmagan tinglovchi bunday buzilishni sezmaydi, ammo unda bu asar haqida noto‘g‘ri tasavvur paydo bo‘ladi.

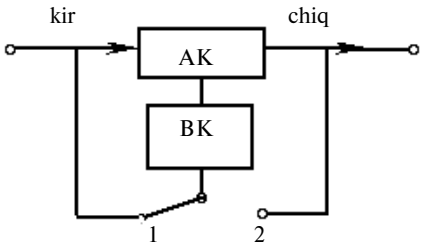
Ikkinchi variantdagi (4.1-rasm: 2) boshqarishda ovoz rejissori signalning qiyalik ko‘tarilishi oldidan N_{maks} qiymatiga yetgunga qadar asta-sekin so‘nish kiritadi. Bu holda signalning ko‘tarilish qiyaligi sezilarli darajada pasayadi, shuning uchun ijro ohanglari farqlanmaydigan, so‘lg‘in tuyuladi.

Uchinchi variantdagi (4.1-rasm: 3) boshqarishda ovoz rejissori signal sathining partiturasi bo‘yicha o‘zgarishni inobatga olgan holda signal sathini oldindan bir tekis tabiiy ohang sathi ko‘tarilishigacha pasaytiradi.

Bunday boshqarilishda tinglovchida ijro haqida yaxshiroq tasavvur hosil bo‘ladi, musiqa asari dinamikasi tabiiy ohang dinamikasiga yaqinroq. Demak, uchinchi va *a* egri chiziqlar ekvidistant, ya’ni tovush balandligining ko‘tarilish tabiiyligi saqlab qolingan.

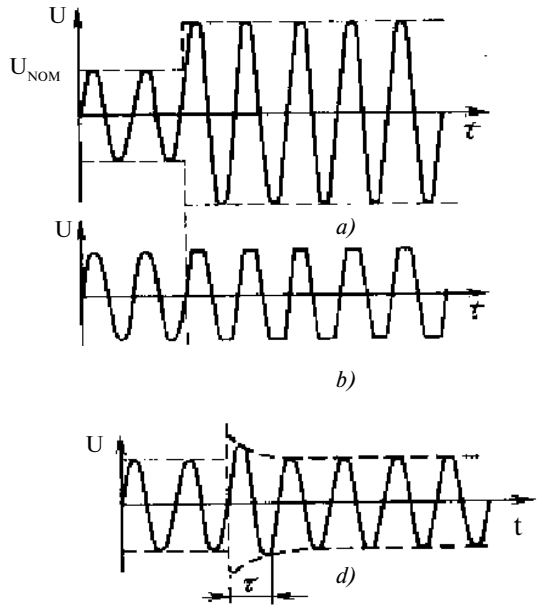
Uzatish koeffitsiyenti avtoboshqargichlarning kirishdagi signal sathiga bog‘liq holda o‘zgarsa, bunday boshqargichlar *inersion sath boshqargichlar* deb ataladi.

Har qanday inersion avtoboshqargich tarkibida ikkita funksional element – *asosiy kanal (AK)* va *boshqaruvchi kanal (BK) mavjud.* Agarda signal boshqaruvchi kanalga 4.2-rasmda ko‘rsatilganidek, asosiy kanalning kirishidan uzatilsa, bunday inersion avtoboshqargich *to‘g‘ri boshqariluvchi* deb ataladi. Agarda signal boshqaruvchi kanalga asosiy kanalning chiqishidan uzatilsa, *teskari boshqariluvchi* deb ataladi.



4.2-rasm. Avtomatik sath boshqargichlarining umumlashtirilgan sxemasi.

Inersion avtoboshqargichlar ishlay boshlaganda signal shaklini faqat qisqagina τ vaqt oralig‘ida buzadi (4.3-*d* rasm), bu buzilishlarni biz eshitmaymiz.

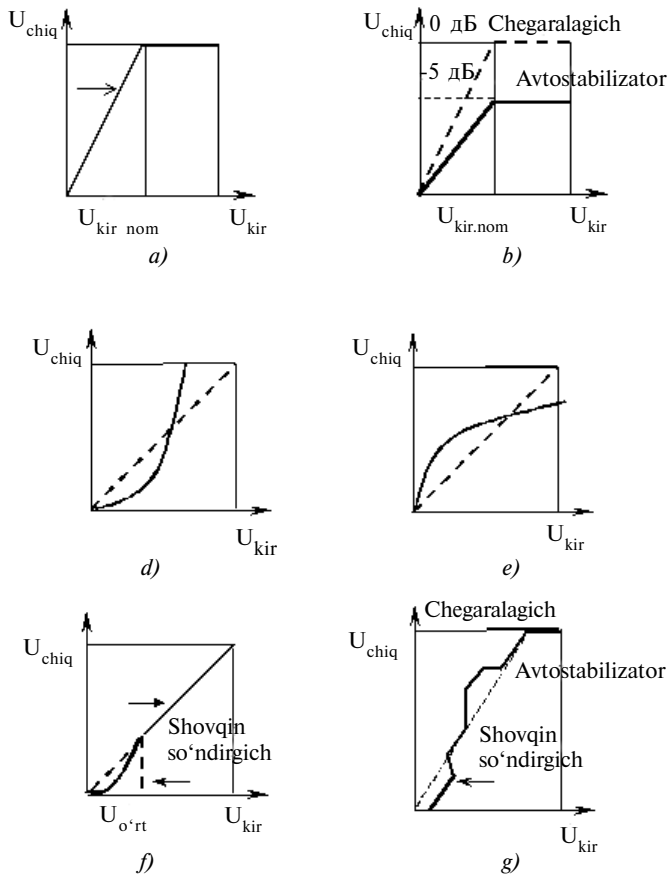


4.3-rasm. Inersionsiz avtoboshqargichning kirish *(a)*, chiqish *(b)* va inersion avtoboshqargich chiqishidagi *(d)* signal sathlari.

Bajaradigan vazifalariga qarab, inersion avtoboshqargichlar: kvazimaksimal sath chegaralagich, sath avtostabilizatori, dinamik diapazon kompressorlari (siquvchi), dinamik diapazon ekspanderi (kengaytiruvchi), kompander shovqin so‘ndirgich, bo‘sag‘a shovqin so‘ndirgich, dinamik diapazonni murakkab qayta o‘zgartiruvchi qurilmalarga, masalan, radioeshittirish signallari balandligi avtoboshqargichlariga bo‘linadi.

Sath chegaralagich – bu avtoboshqargich bo‘lib, kirishdagi signal sathi nominal qiymatidan 20 дБ gacha oshganda, uning uzatish koeffitsiyenti shunday o‘zgaradiki, natijada chiqishdagi signalning sathi amalda o‘zgarmay, nominal qiymatga yaqinligicha

qoladi (4.4-*a* rasm). Kirish signallari qiymati noldan nominal qiymatgacha o‘zgarganda, sath chegaralagich oddiy kuchaytirgichdek ishlaydi.



4.4-rasm. Kuchaytirgich-chegaralagich *(a)*, avtostabilizator *(b)*, ekspander *(d)*, kompressor *(e)*, bo‘sag‘ali tovush so‘ndirgich *(f)*, murakkab avtoboshqargich *(g)*larning amplituda tavsifnomalari.

Hozirgi vaqtda sath chegaralagichlari amalda har bir radiotelemarkazda, radiouzatgichlarning va simli eshittirishda quvvat kuchaytirgichlarining kirishida o‘rnatiladi.

Avtostabilizator eshittirish signallari sathini stabilizatsiyalashga mo‘ljallangan bo‘lib, ayrim musiqa parcha sadolari balandligini tekislaydi. Avtostabilizatorning ishlash prinsipi chegaralagichnikiga o‘xshash. Farqi shundaki, avtostabilizatorning chiqish kuchlanishi nominal chiqish kuchlanishi $N_{chiq.\ nom}$ sathidan taxminan -5 дБ ga kam, chegaralagichniki esa $N_{chiq.\ nom} = 0$ дБ (4.4-b rasm).

Kompressor (siquvchi) shunday qurilmaki, uning uzatish koeffitsiyenti kirish signali sathi kamaygan sari oshadi. Ular musiqa va nutq kompressorlariga bo‘linadi. Amalda eshittirishlar oralig‘idagi tinish vaqtida shovqin sathi tinglovchiga seziladi. Uni pasaytirish maqsadida hamma zamonaviy nutq kompressorlariga bo‘sag‘a shovqin so‘ndiruvchisi o‘rnatilgan.

Ekspander (kengaytiruvchi) ning amplituda tavsifnomasi kompressor amplituda tavsifnomasiga teskari, shu sababli, u kompressor ish jarayonida signalga kiritishi mumkin bo‘lgan buzilishni qoplaydi. Ketma-ket ulangan kompressor va ekspander tizimlari *kompander* deb ataladi. Ko‘pgina hollarda kompressorlar bilan birgalikda bo‘sag‘a shovqin so‘ndiruvchilari ishlatiladi, ularning amplituda tavsifnomasi 4.4-*f* rasmda ko‘rsatilgan.

Dinamik diapazonni **murakkab qayta o‘zgartiruvchi avtoboshqargich**lar (masalan, tovush balandligi avtoboshqargichlari) o‘zining tarkibida bir necha boshqarish kanaliga ega (4.4-*g* rasm), ular: sath avtoboshqargichi, chegaralagich, avtostabilizator, ekspander va shovqin so‘ndirgichlardan iborat.

Avtoboshqargichlarning bunday murakkab birikmasi ayrim musiqa parchalari sadolarining balandligi barqarorligini ta’minlaydi, signallarning maksimal sath qiymatlarida ham buzilishlarsiz ishlaydi va eshittirishlar o‘rtasidagi sezilarli shovqinlarni so‘ndiradi.

4.3. Miksher pultlari, sath qo‘l rostlagichlari. Aralashtirgichlar, baza va yo‘nalish rostlagichlari

Miksher pulti ovoz signallarini shakllantirish, tayyorlash, qayta ishlash va efirga uzatish uchun mo‘ljallangan. Zamonaviy pultlar dasturlarni shakllantirish traktiga kiradigan murakkab uskunalardan hisoblanadi. Ularning tarkibiga ko‘p sonli bloklar va

boshqaruv dastgohlari kiradi. Miksher pultlari quyidagi funksiyalarni bajaradi:

– alohida manbalardan chiqayotgan signallarni boshqarish va ma'lum nisbatlarda bir-biriga aralashtirish;

– signal manbalaridan chiqib, ma'lum tarzda guruhlangan sathlarni boshqarish;

– umumiy chiqish signallari sathini boshqarish;

– tovush signallari chastota spektrini o'zgartirish;

– signallarni kuchaytirish;

– signal sathi va dinamik diapazonini avtoboshqargichlar yordamida qo'shimcha boshqarish;

– pulti ulangan sun'iy reverberatorlar yordamida signalning akustik ohangini o'zgartirish;

– eshittirishlarning alohida parchalaridan eshittirishni tashkil etish;

– ko'rish va eshitish asboblari yordamida ovoz signallarini nazorat etish.

Hozirgi vaqtda miksher pultlari belgilanishi va imkoniyatiga qarab, **ovoz yozish rejissor pultlari, montaj** va **qayta yozish pultlari** hamda **eshittirish pultlar**iga bo'linadi.

Tovush yozish pultlari mikrofon kanallari soniga qarab: kichik (6–12 kanal), o'rta (16–20 kanal) va katta (24–40 va undan ko'p) pultlarga bo'linadi.

Montaj va qayta yozish miksher pultlari sodda bo'lib, 4–6 kirish va 2 ta chiqish kanaliga, eshittirish miksher pultlari 6–8 kirish va 2 ta chiqish kanallariga ega.

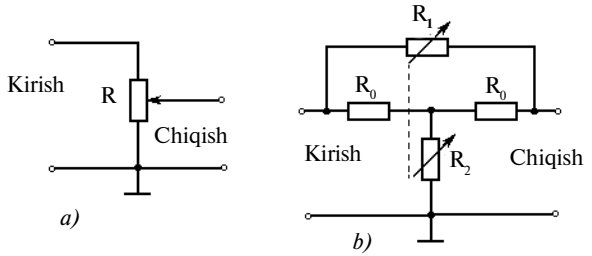
Qo'l rostlagichi (miksher) to'rtqutblik bo'lib, uning uzatish koeffitsiyenti ovoz rejissori yoki ovoz operatori o'rnatgan holatga bog'liq holda o'zgaradi. Signallarning nominal qiymatdan minimumgacha o'zgarishini ta'minlash uchun rostlash diapazoni 80 дБ dan kam bo'lmasligi kerak.

Miksher pultlariga o'rnatiladigan rostlagichlar, odatda, tekis o'zgaradigan bo'lishi kerak. Agarda rostlagich pog'onali bo'lsa, rostlash pog'ona so'nishi 1 дБ dan oshmasligi kerak, aks holda tovush balandligining pog'onali o'zgarishi sezilarli bo'ladi, bu buzilish demakdir.

Potensiometrik rostlagichlarning (4.5-*a* rasm) afzalligi uning soddaligi va tekis rostlashida, kamchiligi – chiqish qarshiligini

rostlagich holatiga bog'liqligidadir. Undan tashqari, vaqt o'tishi bilan materiali yeyiladi va sathlarni rostlashda qirsillash va shovqinlar paydo bo'ladi. Potensiometrik rostlagichlar ulanuvchi zanjirlarning qarshiliklarini bir-biriga qat'iy moslash talab etilmaganda qo'llaniladi.

Qarshiliklarni moslash zarur bo'lganda, ko'priksimon T rostlagichlar (4.5-*b* rasm) qo'llaniladi. Ularning rostlash diapazoni odatda 60 дБ dan kam emas. R_1 va R_2 qarshiliklarni shunday o'zgartirish kerakki, $R_1 \cdot R_2 = R_0^2$ sharti bajarilsin. Agar manbaning ichki qarshiligi R_i, yuklama qarshiligi R_y, xarakteristik qarshiligi R_x va rezistorlarning qarshiliklari R_0 ga teng deb olinsa, ya'ni $R_i = R_x = R_y = R_0$ u holda rostlagichning har qanday holatida kirish va chiqish qarshiliklari o'zgarmas va R_0 ga teng: $R_{kir} = R_{chiq} = R_0 = 600$ Om.



4.5-rasm. Potensiometrik *(a)* va ko'priksimon *(b)* sath rostlagichlari.

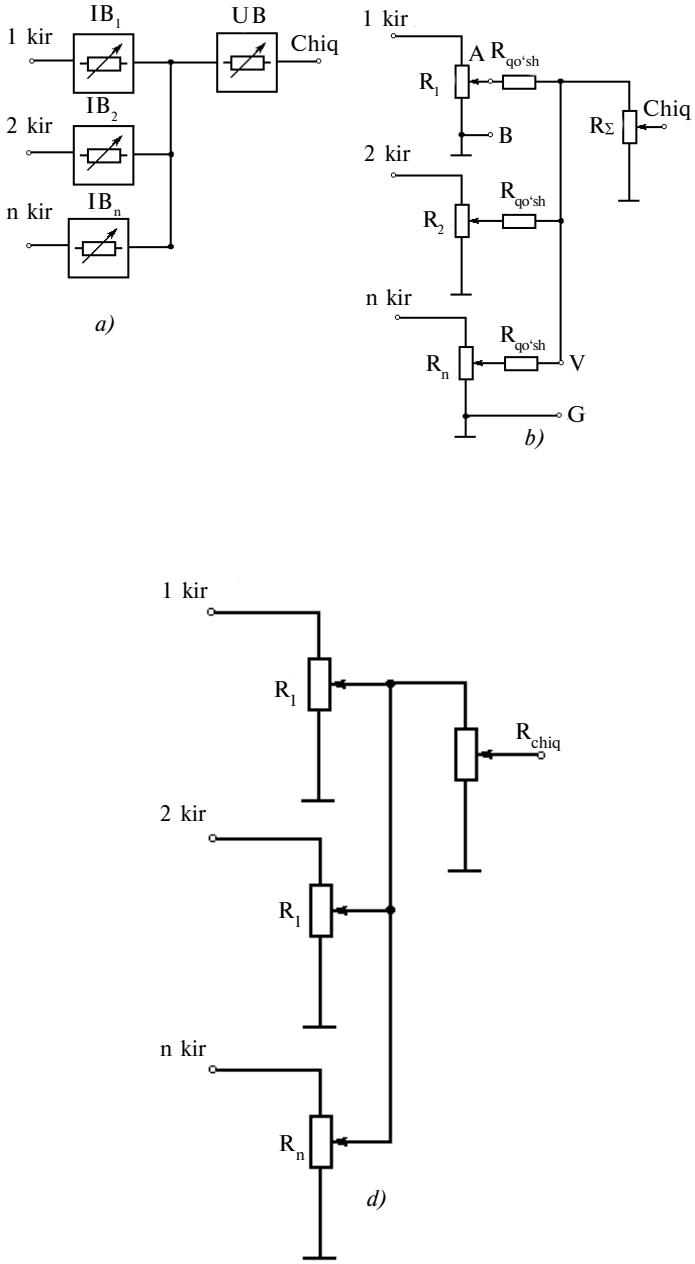
Rostlagichning signal so'ndirish qiymatini дБ larda quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$a = 20 \lg \frac{U_{kir}}{U_{chiq}} = 20 \lg \frac{R_0 + R_1}{R_0}, \text{ дБ}. \qquad (4.1)$$

Zarur bo'lgan R_1 va R_2 qarshiliklarning qiymatlari quyidagi ifodalardan aniqlanadi:

$$R_1 = R_x (10^{a/20} - 1); \; R_2 = R_x / (10^{a/20} - 1). \quad (4.2)$$

Miksher pultlaridagi aralashtirgich bir necha manbadan chiqayotgan signalni birlashtirib (qo'shib), bir umumiy signalga



4.6-rasm. Qo‘shimcha qarshilikli aralashtirgichlarning struktura va elektr sxemalari.

aylantiradi. Aralashtirgich ma’lum ko‘rinishda bir-biri bilan bog‘langan bir necha qo‘l rostlagichidir. Shuning uchun aralashtirgichlarga qo‘yiladigan asosiy talablardan biri – yakka rostlagichlar o‘zaro bir-biriga ta’sir etmasligi kerak. Bu degani, agar 4.6-*b* rasmdagi R_1 rostlagichning qiymati o‘zgarsa, unda faqat 1 kirishga ulangan manbaning chiqishidagi signal sathi o‘zgarishi kerak. Ammo bu rostlagichning chiqish qarshiligi qolgan rostlagichlarning yuklamasiga kiradi.

Shuning uchun ularning o‘zaro ta’sirini yo‘qotish maqsadida qo‘shimcha stabilizatsiyalovchi qarshilik $R_{qo'sh}$ ulanadi (4.6-*b* rasm). Agarda sxemaga qo‘shimcha $R_{qo'sh}$ qarshiligi ulanmasa, rostlagichlar ishlaganda bir-biriga ta’sir etadi. Aytaylik, 4.6-*d* rasmda R_1 rostlagichning pastki holatdagi qarshiligi $R_1=0$ teng bo‘lganda yuklama qarshiligini shuntlaydi, natijada 2...n (4.6-*d* rasm) kirish kanallaridan kelayotgan signallar ham $R_2...R_n$ rostlagichlarning vaziyatidan qat’i nazar nolga teng bo‘ladi.

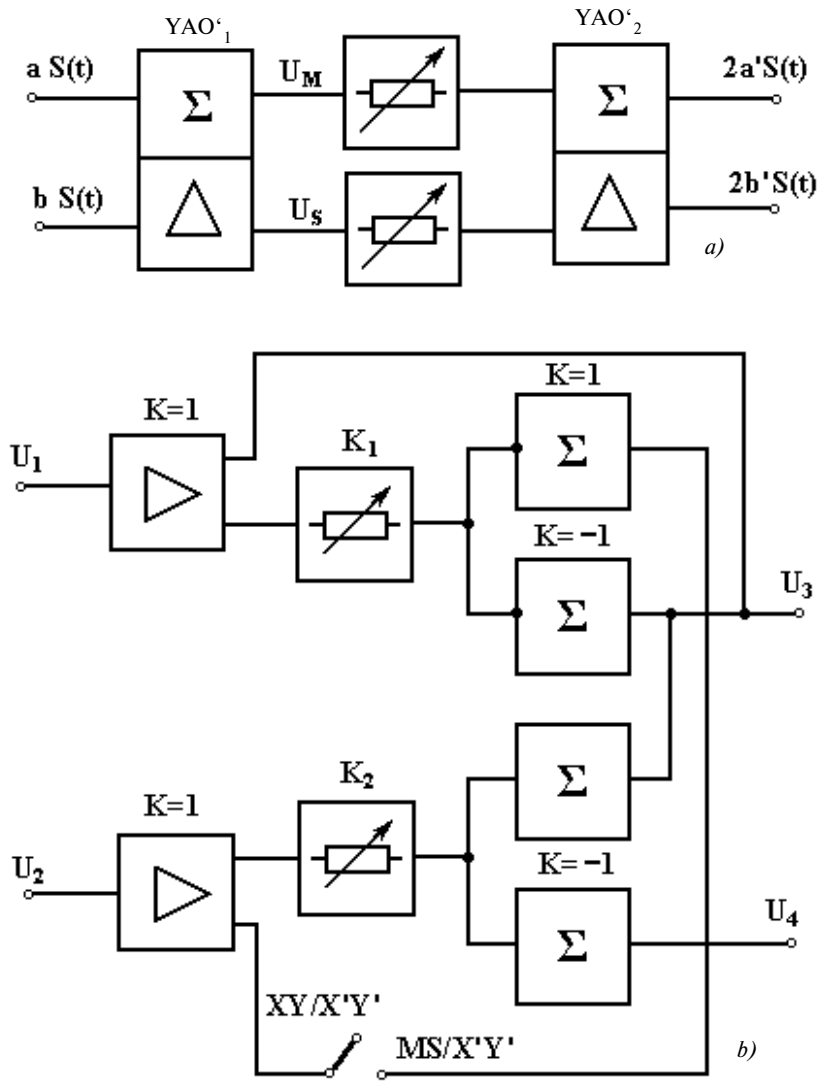
Yo‘nalish va baza rostlagichlari (panorama rostlagichlari) stereofonik miksher pultlarining tarkibida bo‘lishi shart bo‘lgan elementlardir. Monofonik mikrofon signallari yo‘nalishini zohiriy tovush manbayida guruhlariga bo‘lib, asosiy va tuyuladigan ikki trakt turli tovush balandligini boshqarish mumkin. Amalda bu operatsiyani panorama rostlagich potensiometrlari amalga oshiradi.

Stereopanoramaning (bazaning) kengligini alohida-alohida hamda guruhli traktlarda boshqarish mumkin. Stereopanorama kengligi (yoki bazaning akustik kengligi)ni o‘zgartiradigan qurilma ikkita alohida yig‘ma-ayirma o‘zgartgich (YAO‘)lardan iborat bo‘lib, yig‘ma (Σ) va ayirma (Δ) signal sathi rostlagichlariga ega (4.7-*a* rasm). Faraz qilaylik, stereofonik mikrofon chiqishidagi signal ixtiyoriy shaklda S(t) bo‘lsin, xuddi intensiv stereofoniya (X Y) dagidek, chap kanalida aS(t), o‘ng kanalida bS (t). Bu stereo juftlik uchun zohiriy tovush manbayi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta L=20\lg(b/a). \qquad (4.3)$$

Yig‘ma-ayirma o‘zgartgich (YAO‘) chiqishida yig‘ma U_m va ayirma U_s signallari hosil bo‘ladi.

$$Um=aS(t)+bS(t); \quad Us=aS(t)-bS(t) \qquad (4.4)$$



4.7-rasm. Panorama boshqargichlari struktura sxemalari.

Yig‘ma va ayirma kanallarida attenuatorlar (Att) bo‘lganligi uchun ularning yig‘ma va ayirma signallarga ta’sirini m_1 va m_2 koeffitsiyentlarini kiritib aniqlash mumkin:

$$U'_m = m_1 U_m = m_1 S(t)\ (a + b), \quad 0 \le m_1 \le 1 \qquad (4.5)$$

$$U'_S = m_2 U_S = m_2 S\ (t)\ (a\text{-}b), \quad 0 \le m_2 \le 1 \qquad (4.6)$$

Ikkinchi yig‘ma-ayirma o‘zgartkichdan so‘ng signallar:

$$U'м+U's=S(t)[m1(a+b)+m_2(a\text{-}b)]=2a'S(t) \qquad (4.7)$$

$$U'м+U's=S(t)[m1(a+b)+m_2(a\text{-}b)]=2b'S(t) \qquad (4.8)$$

bunda $2a' = m_1(a+b)+m_2(a\text{-}b)$; (4.9)

$$2b' = m_1(a+b)-m_2(a\text{-}b); \qquad (4.10)$$

Agarda yig‘ma va ayirma signallar sathi o‘zgarmasa $m_1=m_2=1$, unda, $a'=a, b'=b$, ya’ni YAO‘$_2$ chiqishida dastlabki stereojuft U_m va U_S signallarini olamiz.

4.7-*b* rasmda ESS-186 miksher pulti panorama boshqargichi struktura sxemasi keltirilgan.

4.4. Avtomatik sath rostlagichlar

Yuqorida bayon etilganidek, hozirgi vaqtda radioeshittirish va televideniyeda eshittirish signallarining avtomatik sath rostlagichlari (SASR) keng qo‘llaniladi.

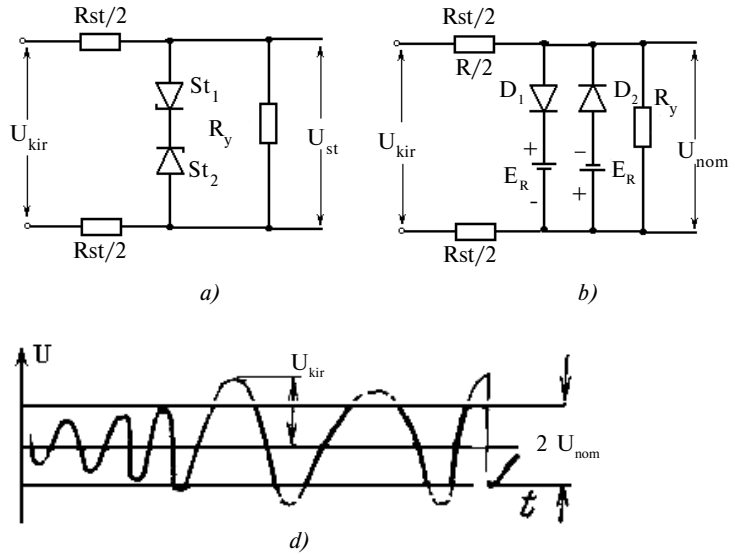
Zamonaviy studiya texnikasini signal sathlarining yuqori darajada boshqarishni ta’minlab turuvchi avtomatik rostlagichlarsiz tasavvur etib bo‘lmaydi, chunki ovoz rejissorlari va operatorlari zarur signal sathi saqlanishini ±4 дБ og‘ish bilan kafolatlaydilar, xolos. Avtorostlagichlar quyidagi masalalarni hal etish uchun qo‘llaniladi: belgilangan kvazimaksimal sathlarni saqlab qolish; ovoz yozish va eshittirish traktlarini ortiqcha yuklanishdan (ortiqcha modulatsiyalanishdan) saqlash; nutq signallarining aniqligini va o‘rtacha quvvatini oshirish; shovqin va xalaqitlar sathini pasaytirish va hokazo. Avtorostlagichlarning tuzilish prinsipi va parametrlari bilan bir-biridan farqlanadigan ko‘pdan-ko‘p turlarining mavjudligi xuddi shu bilan tushuntiriladi.

Inersionsiz sath chegaralagichlar belgilangan bo‘sag‘a qiymatidan oshgan signallarning ayrim oniy cho‘qqi qiymatlarini chegaralaydi. Signallarning bunday chegaralanishi ularning shaklini o‘zgartirib, katta buzilishlarga olib keladi.

Shuning uchun amalda inersionsiz chegaralagichlar mustaqil ravishda ishlatilmaydi. Ular qo‘shimcha elementlar sifatida cho‘qqikesarlar nomi bilan ishlatiladi.

Cho‘qqikesar – inersion avtomatik boshqargichlarda o‘rnatiladigan **inersionsiz chegaralagichning bir turi**. Bunday avtomatik sath boshqargichning chiqishida ayrim ishlay boshlash cho‘qqilari borki, ularning amplitudasi kirish signali amplitudasiga bog‘liq. Bu cho‘qqilar xalqaro kanallarda uzatilayotgan boshqa signallarga xalaqit berishi mumkin. Bunday holat yuz bermasligi uchun xalqaro ovoz eshittirish kanallarining kirishidagi signallarning maksimal kuchlanishi belgilangan qiymatdan 1,5 дБ dan oshmasligi kerak.

Shunday qilib, radio uylari va telemarkazlar chiqishidagi signallarning maksimal sathlari belgilangan qiymatdan oshmasligi uchun inersion turdagi chegaralagichlarning chiqish zanjiriga cho‘qqikesarlar ulanadi. Bu holda katta nochiziqli buzilishlar yuzaga kelsa-da, ular tinglovchilarga eshitilmaydi, chunki zamonaviy chegaralagichlarning signal cho‘qqilariga ishlay boshlash davomiyligi 1 ms dan oshmaydi, odamning eshitish a’zosi inersionligi esa 3 ms ga yaqin. 4.8-rasm sxemalaridagi qurilmalar ikki holatda qo‘llaniladi:



4.8-rasm. Inersionsiz sath chegaralagich: *a* va *b* – sxemalari, *d* – chegaralangan signal diagrammasi.

1. Inersion chegaralagichga berilgan signalning boshlang‘ich lahzasida ro‘y beradigan yuqori kuchlanish cho‘qqilarini zanjirning keyingi qismlariga o‘tkazmaslik uchun 4.8-rasmdagi qurilma, inersion sath chegaralagichi bilan ketma-ket ulanadi. Inersion chegaralagichning sxemasida doimiy vaqt zanjiri bo‘lganligi uchun u bir onda ishlay olmaydi, bu rejim **qo‘riqlovchi rejim** deb ataladi. Bunday rejim keyingi kaskadlarni o‘ta kuchlanishdan himoyalaydi.

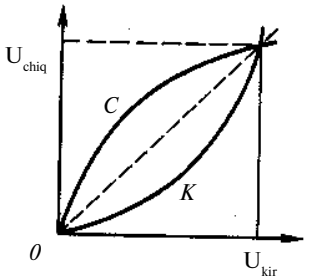
Bu rejimda 4.8-*a* rasm sxemasi uchun kirish kuchlanishining U_{kir} maksimal oniy qiymati stabilitronning kirish kuchlanishi U_{st} ga teng qilib tanlanadi. 4.8-b sxemasida esa kutish kuchlanishi E_k kirish nominal kuchlanishiga teng etib tanlanadi. Ikkala holda ham U_{kir} nominal qiymatidan oshganda, signalning maksimal oniy qiymatlari chegaralanadi (4.8-*d* rasm).

2. Bu sxema signal zanjiriga ketma-ket ulanib, kuchlanishning maksimal oniy qiymatini berilgan sathda chegaralaydi. Bunday ishchi rejim “клиппирование” deb ataladi, ya’ni ikki tomonlama chegaralash demakdir. Bunday usul nutq signallarini uzatishda qo‘llaniladi.

Chegaralash natijasida paydo bo‘ladigan nochiziqli buzilishlar nutq aniqligiga kam ta’sir etadi, ammo signalning o‘rtacha quvvati oshadi.

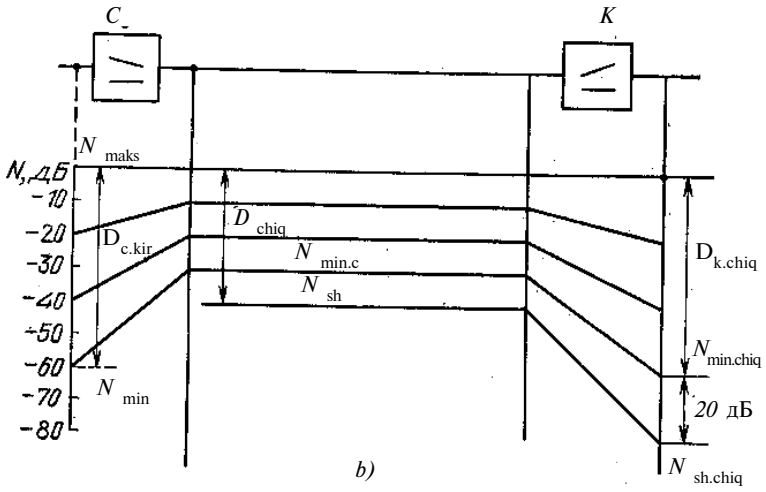
4.5. Shovqin so‘ndiruvchi qurilmalar

Shovqin so‘ndiruvchi qurilmalar ovoz signallarini yozish qayta eshittirish qurilmalari yoki uzatish kanali chiqishida signalning shovqinga bo‘lgan nisbatini yaxshilash uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ikki turda bo‘ladi: **statik** va **dinamik** (adaptiv) shovqin so‘ndiruvchilar.



a)

Statik shovqin so‘ndiruvchilarning parametrlari kirish signaliga bog‘liq bo‘lmagan holda ish jarayonida o‘zgarmay qoladi. Adaptiv shovqin so‘ndiruvchilarning parametrlari kirish signaliga bog‘liq holda o‘zgaradi. 4.9-rasmda siquvchi va kengaytiruvchi kompander shovqin so‘ndiruvchining amplituda tavsifi *(a)* va uning sath diagrammasi *(b)* ko‘rsatilgan.



4.9-rasm. Siquvchi va kengaytiruvchi kompander shovqin so‘ndiruvchining amplituda tavsifi *(a)* va uning sath diagrammasi *(b)*.

Kompander uzatish kanalining kirishiga ulangan siquvchi C (kompressor) va kanalning chiqishiga ulangan kengaytiruvchi K (ekspander) dan iborat.

Siquvchi C va kengaytiruvchi K lar inersion bo‘lganligi uchun ularning amplituda tavsiflari qurilmalar ishi barqarorligiga bog‘liq.

Kengaytiruvchilarning kirish va chiqishdagi kuchlanishlarining o‘zaro bog‘liqligini darajali funksiya orqali yozish mumkin:

$$U_{chiq.c}=U_{kir.c}\cdot\gamma_c;\quad U_{chiq.k}=U_{kir.k}\cdot\gamma_k \qquad (4.11)$$

γ_c va γ_k – siquvchi va kengaytiruvchi koeffitsiyentlari.

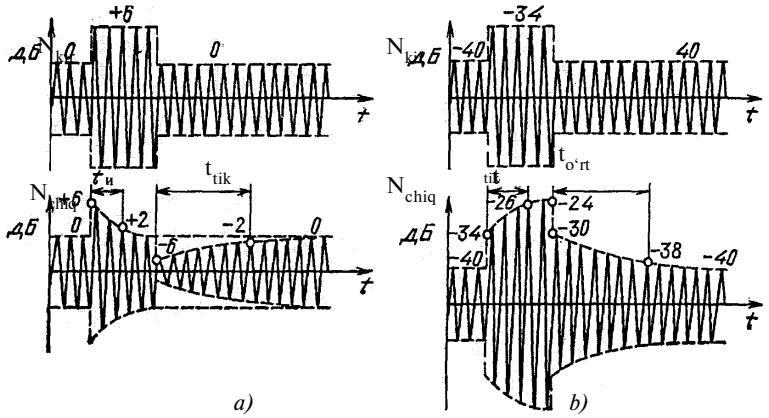
Odatda, ovoz eshittirishda $\gamma_c = 0{,}5$ va $\gamma_k = 1$ ga teng deb qabul qilingan. C va K larni ketma-ket ulaganda $U_{chiq.s}=U_{kir.k}$ sababli kompander tizimida buzilishlar bo‘lmasligi sharti quyidagicha aniqlanadi:

$$\gamma_c\cdot\gamma_k=1 \qquad (4.12)$$

Bundan tashqari, polosali «Dolbi A», «Dolbi B» shovqin so‘ndiruvchilar mavjud bo‘lib, ular haqida batafsil ma’lumotlar adabiyotlarda berilgan.

Inersion avtomatik sath boshqargichlarni baholash uchun ikkita dinamik tavsif belgilangan: ***ishlash*** *(o‘rnatilish) vaqti va* ***tiklanish vaqtlari***.

Ishlash vaqti $\mathbf{t_i}$ manbadan berilgan signal nominal qiymatidan 6 дБ ko‘p bo‘lgan vaqtdan, chiqishdagi sathi nominal qiymatga nisbatan 6 дБ dan 2 дБ gacha kamayguncha o‘tgan vaqtga aytiladi (4.10-*a* rasm).



4.10-rasm. Chegaralagich *(a)* va shovqin so‘ndirgich *(b)* lardagi o‘tish jarayonlari.

Tiklanish vaqti $\mathbf{t_t}$ manbadan chiqayotgan signal sathi 6 дБ dan nominal 0 дБ gacha kamayguncha o‘tgan vaqt bilan, chiqishdagi sathi nominal qiymatga nisbatan 6 дБ dan 2 дБ gacha oshgungacha o‘tgan vaqt o‘rtasidagi vaqt. Shovqin so‘ndirgichlar uchun ishlash vaqti deb, foydali signal o‘chirilganda kuchayishning pasayishi, tiklanish vaqti deb esa, foydali signal ulanganda kuchlanishning oshishiga aytiladi (4.10-*b* rasm). Chegaralagichlar uchun ishlash vaqti t_u=1,5 s. Nutq signallari kompressorlari uchun t_u=1÷2 ms; t_t=300 ms.

4.6. Sath o‘lchagichlar, ularning vazifalari

Ovoz rejissori ovoz eshittirish signallarini shakllantirish jarayonida o‘zining eshitish qobiliyati, ma’naviy qarashlari va tajribasiga tayanib uni san’atkorona, badiiy va nozik jaranglashini baholaydi.

Hech qanday o‘lchov asbobi ovoz rejissorining eshitish qobiliyati, didi va tajribasi o‘rnini bosa olmaydi. Obyektiv nazorat signallarning elektr parametrlarini baholashdagi qat’iy talablari bilan subyektiv nazoratni to‘ldiradi. Signallarni obyektiv baholash uchun sath o‘lchagichlari, stereogoniometrlar va stereokorrelometrlardan foydalaniladi.

Sath o‘lchagichlarining oddiy voltmetrdan asosiy farqi, sath o‘lchagichining to‘g‘rilagichida zaryad to‘plovchi sig‘imi bo‘lgan integratsiyalash (zaryad − razryad) zanjiri mavjudligida. U ovoz eshittirish signallarini aks ettiruvchi to‘g‘rilangan kuchlanish impulsi qiymatlarini qayd etuvchi xotira rolini o‘ynaydi.

Sath o‘lchagichlari zanjirlarning signallarni bevosita boshqarish mumkin bo‘lgan barcha nuqtalariga, shu bilan birga sath ko‘rsatkichlari shkalasini obyektiv nazorat etadigan nuqtalarga parallel ulanadi.

Sath ko‘rsatgichlari vazifalariga qarab, ikki turga bo‘linadi: birinchi turdagi sath ko‘rsatgichlari ovoz eshittirish signallarini zudlik bilan rostlash va baholash uchun mo‘ljallangan. Ularning o‘lchash diapazoni 44÷65 дБ ga teng va ikkinchi turdagisi traktning, ovoz eshittirish signallari sathini zudlik bilan boshqarish lozim bo‘lmagan (ekspluatatsion nazorat) nuqtalariga ulanadi. Ularning tuzilishi sodda va o‘lchash diapazoni 23 дБ ni tashkil etadi. Sath ko‘rsatkichlarining quyidagi dinamik tavsiflari mavjud:

− **vaqt integratsiyasi t_u** − 5 кГц chastota bilan to‘ldirilgan yakka to‘rtburchakli signal ta’siri davomiyligi, bu vaqt oralig‘ida sath ko‘rsatgichi mili, kvazicho‘qqi sath ko‘rsatgichiga uzluksiz tonal chastota va amplituda signali berilgandagi ko‘rsatgichidan 2 дБ past qiymatga yetgunga qadar ketgan vaqt oralig‘iga aytiladi;

− **ko‘rsatgich milining ishlash vaqti t_{ish}** − 1000 Гц chastotali nominal qiymatli uzluksiz signalni sath ko‘rsatgichi kirishiga uzatgan vaqtdan to ko‘rsatgich mili 1 дБ belgiga yetgunga qadar o‘tgan vaqt;

− **ko‘rsatgich milining qaytish vaqti t_{qayt}** − 1000 Гц chastotali nominal uzluksiz tonal signalning o‘lchagich kirishidan o‘chirilish (uzilish) paytidan to o‘lchagich mili 20 дБ (10%) belgiga yetgunga qadar o‘tgan vaqt;

− **ko‘rsatgich milining irg‘itma qiymati δ** sath ko‘rsatgichi kirishiga sakrashsimon berilgan uzluksiz signalning maksimal ko‘rsatishi bilan statsionar rejimdagi ko‘rsatishi farqi, bu qiymat 1 дБ dan oshmasligi kerak.

Irg‘itma qiymat дБ larda yoki statsionar rejimidagiga nisbatan % larda ifodalanadi.

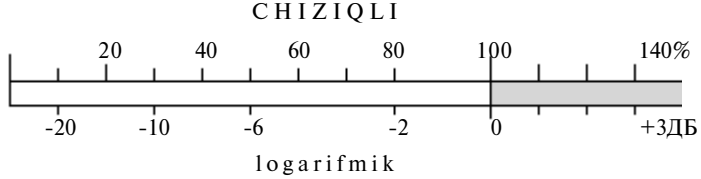
Sath ko‘rsatgichlariga quyidagi talablar qo‘yiladi:

− sath ko‘rsatgichlarining zanjirga ulanishi sath diagrammasini buzmasligi uchun uning kirish qarshiligi $|Z_{kir}|$ juda katta bo‘lishi kerak;

− eshittirish dinamik diapazoni katta bo‘lganligi tufayli sath ko‘rsatgichlarining shkalasi дБ yoki % larda graduirovkalanadi (4.11-rasm);

− signal fronti keskin ko‘tarilishi mumkin bo‘lganligi uchun sath ko‘rsatgichi kichik inersionli bo‘lishi kerak;

− vaqt davomidagi ko‘rsatishi bir xil, ishonchli va haroratdan o‘zgarmasligi kerak.

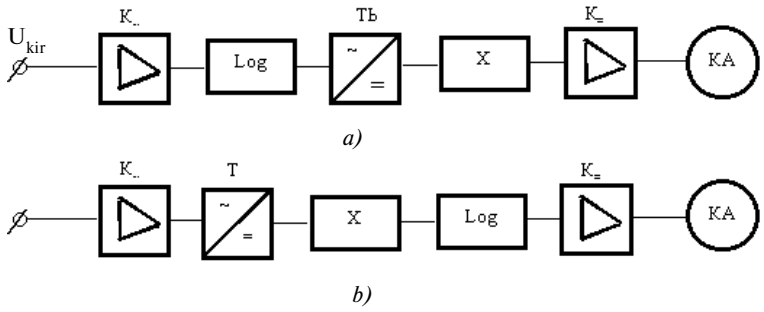


4.11-rasm. Sath ko‘rsatgichi shkalasi.

4.7. I va II turdagi sath o‘lchagichlar

4.12-rasmda sath ko‘rsatgichlarining struktura sxemalari keltirilgan.

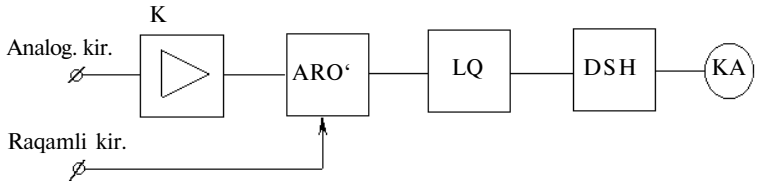
4.12-rasm a va b sxemalari bir-biridan logarifmatorning joylashishi bilan farqlanadi, u 4.12-a rasmda o‘zgaruvchan tok zanjiriga ulangan, 4.12-b rasmda esa to‘g‘rilangan, ya’ni o‘zgarmas tok zanjiriga ulangan.



4.12-rasm. Sath ko‘rsatgichlarining struktura sxemalari: $K_{\sim}$ –o‘zgaruvchan kuchaytirgich katta kirish qarshiligiga ega, o‘zgarmas tok kuchaytirgichi; $K_{=}$ – ko‘rsatuvchi asbob milini tok bilan ta’minlaydi; *Log* – logarifmator, funksional o‘zgartirgich; *T* – kuchlanish to‘g‘rilagichi; *X* – xotira yacheykasi; *KA* – ko‘rsatuvchi asbob.

4.12-a rasmdagi sxemaning kamchiligi, funksional o‘zgaruvchan tok zanjiriga ulanganligi tufayli o‘zgartgichda signal shakli keskin o‘zgaradi, natijada vaqt integratsiyasi qiymati t_u signal amplitudasiga bog‘liq bo‘lib qoladi, 4.2-*b* sxemada funksional o‘zgartirgich doimiy tok zanjiriga ulanganligi tufayli yuqoridagi kamchilikdan xoli.

4.13-rasmda analog-raqamli sath ko‘rsatgichi struktura sxemasi keltirilgan.



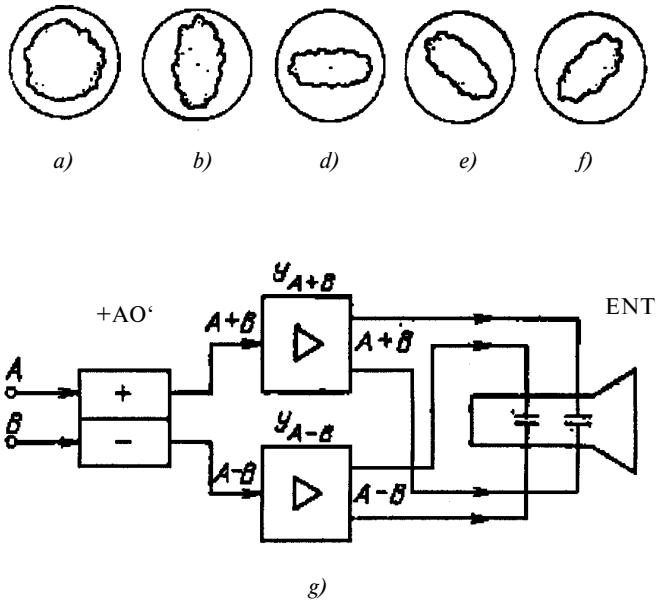
4.13-rasm. Analog-raqamli sath ko‘rsatgichi struktura sxemasi: *K* – kuchaytirgich; *ARO‘* – analog-raqamli o‘zgartirgich; *LQ*–logik qurilma; *DSH* – deshifrator; *KA* – ko‘rsatuvchi asbob.

4.8. Stereokorrelometr va stereogoniometrlar

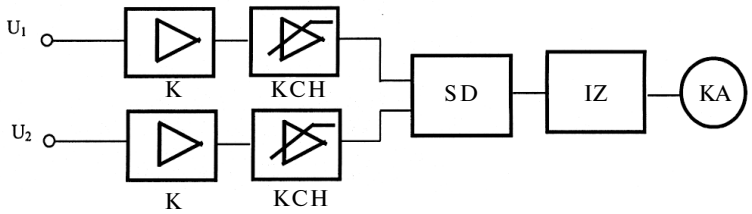
Stereofonik radioeshittirishda chap va o‘ng kanallardagi stereosignallarning obyektiv nazorati ikkita standart kvazicho‘qqi sath ko‘rsatgichlari yordamida amalga oshiriladi.

Stereofonik eshittirishlarning monofonik eshittirishlar bilan mosligi, stereofonik balansi sath ko‘rsatgichlari kirishiga parallel ulangan stereogoniometr va stereokorrelometrlar yordamida nazorat qilinadi. Goniometr va korrelometrlar ishlashi bo‘yicha bir-biriga o‘xshash bo‘lib, ko‘rsatish asboblari bilan farqlanadi. Goniometrda ko‘rsatish asbobi sifatida ossillograf trubkasi qo‘llanilsa, korrelometrda esa ko‘rsatish mili qo‘llaniladi. Shunday qilib, o‘ng va chap kanal signallarining mosligi va to‘g‘ri fazalanganligi haqida fikr yuritish mumkin.

Stereogoniometr yordamida stereofonik balans va signallarning mosligini ossillograf ekranidagi Lissaju figuralari shakli bilan baholanadi. Agar ossillograf ekrani bir xil masofada jilvali chiziqlar bilan yoritilgan yoki shakl vertikal o‘qi bo‘yicha joylashgan bo‘lsa, u holda eshittirishlar moslashtirilgan, ekrandagi shakl gorizontal o‘qi bo‘yicha joylashgan yoki o‘ng va chap tomonlarga oqqan bo‘lsa, eshittirishlar moslashmagan hisoblanadi.



4.14-rasm. Lissaju figuralari (a-f) va stereogoniometrning struktura sxemasi (g).



4.15-rasm. Stereokorrelometrning struktura sxemasi:
K–kuchaytirgich; *KCH*–kuchaytirgich chegaralagich; *SD*–sinxron detektor; *IZ*– integratsiyalovchi zanjir; *KA*–ko‘rsatuvchi asbob.

Nazorat savollari

1. Tovush eshittirish signallarini qayta ishlashning mohiyati nimadan iborat?
2. Tovush eshittirish signallari avtoboshqargichlari qanday klassifikatsiyalanadi?
3. Avtoboshqargichlarning vaqt parametrlari qaysi nuqtai nazardan tanlanadi?
4. Dolbi shovqin bostirgichining ishlash prinsipini tushuntiring.
5. Avtostabilizatorning cheklagichdan farqi nima?
6. Qanday inersionsiz sath chegaralagichlarini bilasiz?
7. Kompanderning ishlash vaqti va tiklanish vaqtlari qanday aniqlanadi?
8. I va II turdagi sath ko‘rsatgichlari bir-biridan qanday farqlanadi?
9. Analog-raqamli sath ko‘rsatgichi struktura sxemasini keltiring.
10. Stereogoniometrning struktura sxemasini chizing.
11. Stereokorrelometrning struktura sxemasini chizing.

5-bob. TOVUSH ESHITTIRISHDA O‘LCHASH VA NAZORAT

5.1. Texnik nazorat turlari

Tovush eshittirish texnikasida o‘lchash va nazoratning asosiy vazifasi tinglovchilarga eshittirish dasturlari uzluksizligini kanalning barcha trakt parametrlarining belgilangan elektr normalari chegaralarida ta’minlash hisoblanadi. Bu me’yor 11515-91 «Tovush

eshittirish kanallari va traktlari. Sifatning asosiy parametrlari. O‘lchash uslullari» standarti bilan belgilangan.

Tovush eshittirish signallarini o‘lchash va nazorat etishni uch usul bilan bajarish mumkin:

– vaqti-vaqti bilan o‘lchash;
– tezkor nazorat;
– avtomatik nazorat.

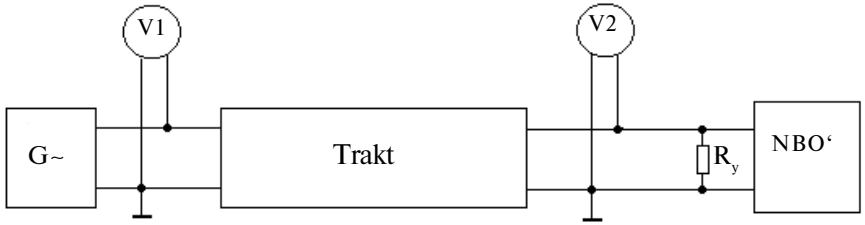
Tovush eshittirish traktlarida vaqti-vaqti bilan o‘lchash ish jarayonida, tanaffus vaqtlarida, shuningdek, zarurat bo‘lganda rejali profilaktika ko‘rigi oxirida, qaysiki, profilaktika natijasida o‘zgarishi mumkin hollarda o‘tkaziladi.

Tezkor nazorat apparaturalarning ishlash qobiliyatini bevosita aniqlash va kanalning ayrim uchastkasi parametrlarini ekspluatatsiya sharoitida baholash uchun olib boriladi.

Avtomatik nazorat tovush eshittirish signallarini bevosita uzatish vaqtida kanal traktlarining ishlash qobiliyati haqida axborot beradi. Bu nazorat usulining o‘ziga xos xususiyati shundaki, me’yorda belgilangan sifat parametrining har qanday mos kelmasligini ro‘y berish jarayonida aniqlash mumkin.

5.2. Traktning asosiy parametrlarini o‘lchash usuli

Traktning amplituda chastota tavsifini 5.1- rasmda keltirilgan sxema bo‘yicha o‘lchanadi.



5.1-rasm. Amplituda chastota notekisligi tavsifi va garmonik koeffitsiyentini o‘lchash sxemasi.

Bu yerda, NBO‘–notekisliklar buzilishini o‘lchagich.

Traktning kirishiga past chastotali signal generatoridan 1000 Гц chastotali nominal kirish sathi qiymatidan 20 дБ kam bo‘lgan garmonik signal beriladi va V_1 voltmetri orqali nazorat etiladi. Chiqishidagi kuchlanish qiymatini V_2 voltmetr o‘lchaydi. Traktning kirishiga 1000 Гц chastota signali sathiga mos bo‘lgan 40, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 10 000, 15 000 Гц chastotali signallar beriladi.

Amplituda chastota tavsifining дБ larda og‘ishi quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$\Delta N = 20 \lg\left(\frac{U_f}{U_{1000}}\right), \text{ дБ.} \qquad (5.1)$$

Garmonikalar koeffitsiyenti ham shu sxema bo‘yicha, faqat V_2 voltmetri o‘rniga NBO‘ (INI) asbobi ulab o‘lchanadi. O‘lchovlar 40, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000 va 4000 Гц chastotalarda olib boriladi. Traktning kirishiga 1000 Гц chastotali nominal sathdagi garmonik signal beriladi.

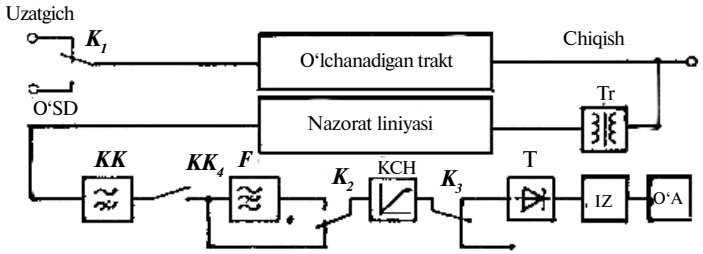
Garmoniklar koeffitsiyenti quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$K_{\Gamma} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + ... + U_n^2}}{U_1} \cdot 100\% . \qquad (5.2)$$

5.3. Masofadan o‘lchash

Trakt va ayrim zveno parametrlarini masofadan, masalan, teleradio texnik nazorat bo‘limidan kanalning boshidan-oxirigacha «radiouyi – KTAX-ulovchi tizim-uzatgich» parametrlarini o‘lchash mumkin.

Shunday qilib, hamma asosiy parametrlarni: ACHT notekisligi, garmonikalar koeffitsiyenti, shovqinlardan saqlanish va boshqalarni aniqlash mumkin. Masofadan o‘lchash sxemasi 5.2-rasmda keltirilgan.



5.2-rasm. Masofadan o‘lchash sxemasi:
O‘SD–o‘lchash signallari datchigi; *TR*–transformator; *KK*–korreksiyalovchi kontur; *F*–tor polosali rejektor filtr; *KU*–kuchaytirgich-chegaralagich; *T*–to‘g‘rilagich; *IZ*–integratsiyalovchi zanjir; *O‘A*–o‘lchov asbobi; K_1–K_4–kommutatsiyalovchi kontaktlar.

5.4. Tovush eshittirishda avtomatik nazorat

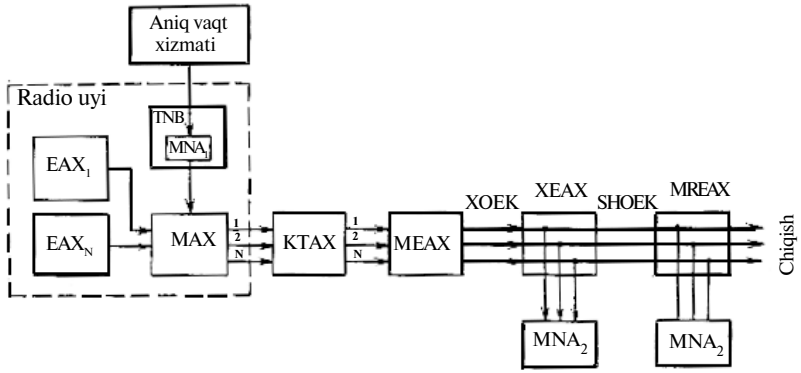
Axborot uzatish tizimining tobora murakkablashib borishi, uning sifatli ishlashi va ishonchliligiga bo‘lgan talabning oshishi hamda xalqaro kanallar soni va uzunligining ortishi uzatiladigan signallar sathini avtomatik nazorat etish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Signallar sathining avtomatik nazorati KDU-6 (sathni masofadan nazorat, SMN-6) qurulmasi yordamida amalga oshiriladi, u sathlarning uzluksiz nazoratini ta’minlaydi va eshittirish signallari belgilangan musbat qiymatidan oshganda, kamayganda va yo‘qolganda, tovush va nurli signallar beradi.

KDU-6 qurilmasi bir vaqtning o‘zida olti mustaqil kanallarning maksimal sath 0 yoki +15 дБН nominal qiymatli nuqtalarida nazoratni ta’minlaydi. Shuningdek, uzluksiz nazorat uchun KDK, vaqti-vaqti bilan nazorat uchun ADK apparaturalari qo‘llaniladi.

KDK apparaturasi KDK-1 uzatgich majmua va KDK-2 qabul qilgich majmualaridan iborat. KDK-1 uzatgichlari kanallarga sinovchi pilot-signallarni uzluksiz uzatishni ta’minlaydi. KDK-2 larda qabul qilgich nazorat etilayotgan trakt parametrlari belgilangan qiymatidan chetga chiqqanda o‘zgargan parametrlarni rasshifrovkalovchi tovushli va nurli signalizatsiya ulanadi. Bir vaqtning o‘zida KDK-2 qabulqilgichidan kanalga nosozlik signali

keladi, bu signal boshqa KDK-2 qabulqilgichlari o‘rnatilgan barcha nazorat punktlarida nazorat etilayotgan parametrlarga nisbatan signalizatsiya ulanishini blokirovkalaydi, bu nosozlik yuz bergan joyni aniqlash imkonini beradi.

Masofadan nazorat apparaturasi yordamida nazorat etish 5.3-rasmda keltirilgan.



5.3-rasm. Masofadan nazorat etish tizimining strukturasi.

Davlat teleradio texnik nazorat bo‘limida o‘rnatilgan MNA_1 kirishiga aniq vaqt belgisi signallari keladi. MNA_1 ning chiqishida o‘lchov signallari radio uyining markaziy apparat xonasiga beriladi, u yerda eshittirish dasturlariga kiritilib, birgalikda KTAX SUR-1 orqali shaharlararo ovoz eshittirish kanali (SHOEK) ga kiradi.

MNA-2 qurilmasini tovush signallari keladigan traktning barcha nuqtalariga ulash mumkin. Birgina MNA-2 qurilmasi mavjud bo‘lgan yerda sakkizta SHOEK yoki boshqa kanallarni aylanib nazorat etish imkoniyati bor. MNA apparaturasi traktlarning quyidagi parametrlari o‘zgarganda signal berib nazorat etadi:

– 1000 Гц chastotada uzatish koeffitsiyenti belgilangan me’yordan ± 2,7 дБ ga og‘ganda;

– 1000 Гц chastotadagi garmonika koeffitsiyenti qiymati 3% ko‘pda chetga chiqqanda;

– traktning АСНТ 1000 Гц ga nisbatan belgilangan qiymatidan quyidagicha chetga chiqqanda:

+ 2,7 va –2,7 дБ	350 va 3300 Гц chastotalarda;
+ 2,7 va – 3,5 дБ	140 va 6200 Гц chastotalarda;
+ 2,7 va – 4,7 дБ	75 va 9500 Гц chastotalarda.

Nazorat savollari

1. Tovush eshittirish texnikasida o‘lchash va nazoratning asosiy vazifalari nimadan iborat?
2. Trakt parametrlarini masofadan o‘lchashning usullari va afzalliklari haqida gapiring.
3. Tovush eshittirishda avtomatik nazoratning mohiyatini sharhlang.
4. Zamonaviy nazorat etish qurilmalarining qanday turlarini bilasiz?

6-bob. TELEVIDENIYE ASOSLARI

6.1. Televideniyening asosiy prinsiplari

Televideniye atamasi ilk bor 1890-yilda paydo bo‘lgan, u “masofadan ko‘rish” ma’nosini anglatadi. Uni birinchi bor rus elektrik-muhandisi Perskiy Fransiyaning poytaxti Parijda o‘tkazilgan xalqaro kongressda “Elektron televideniye” deb nomlangan ma’ruzasida ishlatgan.

Televideniye deb, fazoda joylashgan qo‘zg‘almas va harakatdagi jism tasvirlarini elektr aloqa vositalari yordamida real va o‘zgartirilgan vaqt masshtablarida uzatish va qabul qilish bilan shug‘ullanadigan zamonaviy radioelektronikaning sohasiga aytiladi.

Televideniyening asosiy masalasi qabul qilish qurilmasidagi tasvirni uzatilgan obyektdagi tasviriga nechog‘lik yaqin bo‘lishligini ta’minlashdan iboratdir. Ushbu masala ko‘p funksiyali murakkab o‘zgartirish apparaturalar majmuasi, tasvirlarni uzatish, kodlash, dekodlash va tiklash (aks ettirish) va boshqa ko‘rsatkichlarga bog‘liq bo‘lgan axborotlarni qayta ishlash operatsiyalarini bajarilishini taqozo etadi.

Televideniyening asosida uchta fizik jarayon yotadi:

1. Yorug‘lik energiyasini elektr signallariga aylantirish.
2. Elektr signallarini aloqa kanali orqali uzatish va qabul qilish.

3. Qabul qilingan elektr signallarini optik signallariga aylantirish.

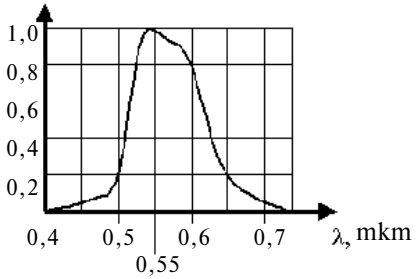
Televizion tasvirning parametrlariga – koordinatalar, vaqt va yorug‘lik o‘zgarishlari kiradi.

Koordinata parametrlari kadr formati, optimal ko‘rish uzoqligi, element bo‘lakchalari soni asosida tushuntiriladi. Vaqt parametrlari esa manba uzilishlarining kritik chastotasi, kadrlar chastotasidan iboratdir.

Yorug‘lik parametrlariga eng yuqori yoritilganlik, kontrast, politonlar soni, yoritilganlik gradatsiyasi kiradi.

Ko‘zga ko‘rinadigan yorug‘lik to‘lqinlar diapazoni 380–760 nm oralig‘ida bo‘ladi.

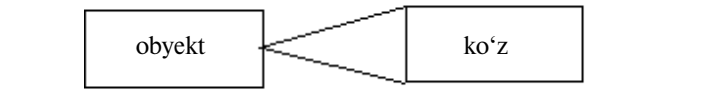
6.1-rasmda ko‘rish egriligining tavsifnomasi keltirilgan.



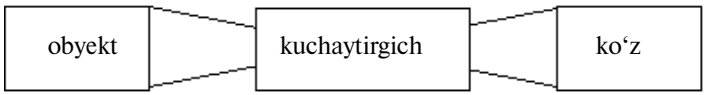
Eng katta ko‘ruvchanlik 0,55 mkm to‘lqin uzunligiga – sariq-yashil rangga to‘g‘ri keladi. Chapda (ko‘k ranglar) va o‘ngda (qizil ranglar) sezgirlik kamayadi.

6.1-rasm. Ko‘zning spektral sezgirligi (ko‘rish egriligi) tavsifnomasi.

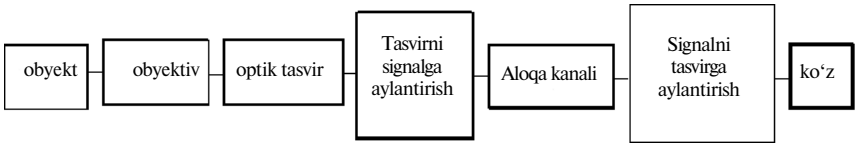
6.2-rasmda obyektni ko‘rish turlarining ko‘rinishlari tasvirlangan.



a)



b)



d)

6.2-rasm. Obyektni ko‘rish turlari: *a* – to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘rish; *b* – linza yordamida ko‘rish; *d* – televideniye tizimi orqali ko‘rish.

Inson tashqi dunyodan taxminan 85 foiz axborotni ko‘rish apparati yordamida oladi. Shuning uchun ham tasvir axborotlarini masofaga uzatish muammosi bilan qator yillar davomida shug‘ullanib kelindi. Shuni ta’kidlash joizki, o‘z davrida 11 ta mamlakat ixtirochilari tomonidan 25 ta elektromexanik televideniye tizimlarining loyihalari taklif etildi va sinovdan o‘tkazildi.

Dastlabki davrda bir vaqtda va ketma-ket uzatuvchi televideniye tizimlari ko‘rib chiqilgan. Bir vaqtda uzatuvchi televideniye tizimlariga (birinchi 1985-yil amerikalik olim Dj. Kerri tomonidan taklif etilgan) fotoelementlar mozaikasiga tasvir nusxasi ko‘chirilgan bo‘lib, ularning har biri o‘z gazli razryad chiroqchalari bilan aloqa liniyalari orqali bog‘langan. Ushbu loyihada birinchi marotaba tasvirni elementlarga ajratish taklif etilgan bo‘lib, bu esa zamonaviy televideniye tizimida mavjud elementlar bo‘yicha tahlillash prinsipini ro‘yobga chiqarishga olib kelgan. Bunday qurilmalarni amalga oshirishning iloji bo‘lmadi, buning sababi o‘sha davrda texnik imkoniyatlar yetarli darajada bo‘lmaganligi uchun ularning juda ko‘p aloqa liniyalarini bo‘lishligini talab qilganligidir.

Ikkinchi asosiy prinsip, zamonaviy televideniye tizimining asosida yotgan har bir tasvir elementlari signallarini ketma-ket uzatilishini ta’minlashdir.

Ketma-ketlik tizimi insonning ko‘rish apparatida mavjud inersiya xususiyatiga asoslangan, chunki inson ko‘zi nurlanayotgan yorug‘lik signallaridagi uzilishlarning chastotasi yuqoriligi hisobiga yorug‘lik manbasining o‘chib-yonishini ko‘rmaydi.

Televideniye tizimlarini yaratish jarayonida barcha parametrlar insonning ko‘rish xususiyatlari bilan moslashtirilgan. Bizni o‘rab turgan va atrofimizdagi jismlar ma’lum bir yoritilganlikka va o‘ziga

tushayotgan yorug‘lik nurlarini qaytarish yoki nurlantirish xususiyatiga ega bo‘lganligi sababli, obyektning turli qismlaridan qaytadigan yorug‘lik nurlarning oqimi ham turlichadir.

Shunday qilib, obyektning tasvirini aniq uzatish uchun bizlarga uning elementar qismlari bo‘yicha ko‘p axborotlarni uzatish lozim bo‘ladi.

Bunda elementar oqimning jadalligi va spektral tarkibi kuzatuvchining obyekt nuqtasidan qabul qilayotgan tasvirning yorug‘ligi va rangini, yo‘nalishini – fazodagi joylanishini ifodalaydi.

Shuning bilan birga kuzatuvchi atrof-muhitning chegaralangan qismini ko‘radi, ya’ni ko‘rish burchagi deb nomlangan fazo burchagi aniqlanadi. Obyektning har bir nuqtasi uch o‘lchamli fazoda joylashganligi sababli harakatlanish davomida va yoritilganlikni o‘zgartirishga qarab, har bir nuqtada yoritilganlik xarakteri va rangi o‘zgaradi, bu holda uzatishning obyektdagi matematik modeli ko‘p o‘lchamli fazo-vaqt funksiyasi hisoblanadi. Bunda yoritilganlikning taqsimoti L bilan, rangning toni esa λ va rang tozaligi p orqali belgilanadi. Umuman olganda, oq-qora televideniyeda biror-bir obyektning rangi to‘g‘risidagi ma’lumotlar quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$\begin{aligned} L &= f_L(x,y,z,t); \\ \lambda &= f_\lambda(x,y,z,t); \\ r &= f_p(x,y,z,t), \end{aligned} \qquad (6.1)$$

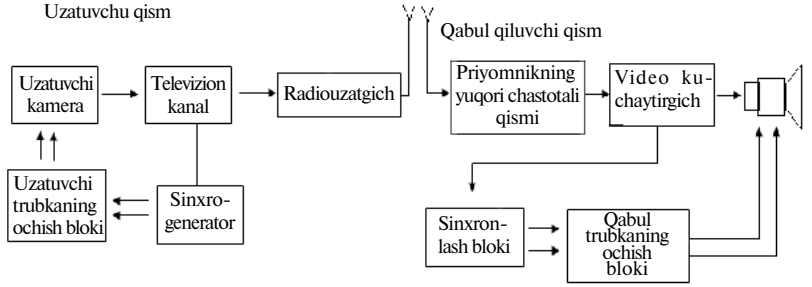
bu yerda x,y,z – fazoviy koordinatalar, t – vaqt.

Elektr aloqa kanalining asosiy xususiyatlaridan biri, har bir vaqt orasida signalning faqat birgina qiymatini uzatish imkoniyatidir. Shu tufayli televizion signal vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan. O‘z navbatida, signal faqat birgina mustaqil o‘zgaruvchan kattalik – vaqtning funksiyasi bo‘lishi kerak, ya’ni elektr aloqa kanali kuchlanish va vaqtning bir o‘lchovli bog‘liqligini xarakterlaydi:

$$U = f_U(t). \qquad (6.2)$$

Zamonaviy televizion ko‘rsatuv tizimi o‘zaro aloqa liniyasi tizimi bilan bog‘langan ikki qismdan, ya’ni uzatuvchi va qabul qiluvchi qismlardan iboratdir (6.3-rasm). Tizimning uzatuvchi qismida uzatilishi kerak bo‘lgan obyekt tasviri optik qurilmaning O obyektivi

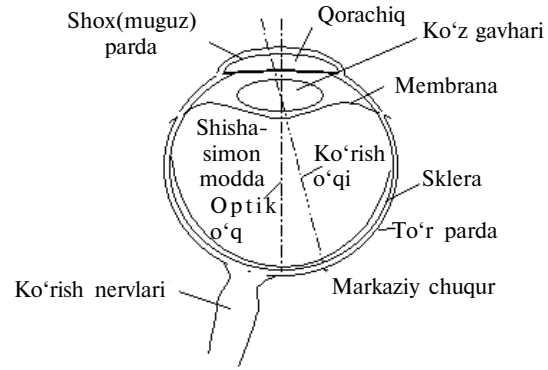
yordamida uzatuvchi televizion kamerada joylashgan uzatuvchi trubkaga proyeksiyalanadi. Uzatuvchi trubkada optik tasvir elektron tasvirga, so‘ngra u tasvirni yoyish yordamida televizion signalga aylantiriladi va televizion kameradagi kuchaytirgich yordamida kuchaytirilib televizion kanalga uzatiladi.



6.3-rasm. Televizion tizimning tarkibiy sxemasi.

6.2. Insonning ko‘rish tizimi

Televizion qurilmalarni yaratishda ko‘rishning xususiyatlarini va xarakteristikalarini hisobga olish kerak bo‘ladi. Ko‘rish, ya’ni ko‘rish hissiyoti ko‘rish tizimi yordamida vujudga keladi. Ko‘rish tizimi yorug‘likni sezish qabulqilgichi – ko‘zdan, asab tolalaridan va miya qobig‘ining ma’lumotlarni tahlil qiluvchi qismidan iboratdir. Inson ko‘rish tizimining umumiy tuzilishi 6.4-rasmda keltirilgan.



6.4-rasm. Inson ko‘rish tizimining umumiy tuzilishi.

Ko‘z ko‘rish tizimining tashqi organidan iborat. U sharsimon shakldagi jism bo‘lib (ko‘z soqqasi), sklera deb ataluvchi zich oq tusli kimyoviy qobiq ichiga joylashgan. Skleraning oldi tomoni shaffof bo‘lib, biroz qabariqroq shaklga ega bo‘ladi, uni muguz yoki shoxparda deyiladi. Optik o‘q yonidan ko‘rish asabi kirgan. Ko‘rish asabi bir millionga yaqin asab tolalaridan tashkil topgan bo‘ladi. Asab tolalarining tugallanish uchlari ko‘z soqqasini ichki tomonidan parda sifatida qoplab turadi. Unga ko‘zning to‘r pardasi yoki retina deyiladi. Asab tolalarining tugallanish uchlarining shakliga qarab, ularni kolbachalar yoki tayoqchalar deb ataladi.

Har bir ko‘zning to‘r pardasi 130 mln tayoqchadan va 7 mln kolbachalardan tashkil topgan. Kolbachalar yorug‘likka sezgir bo‘ladilar. Har bir asab tolasiga bitta yoki bir nechta kolbachalar va bir nechta guruh tayoqchalar ulangan bo‘lib, ular birgalikda umumiy yorug‘lik maydonini hosil qiladi. Ko‘z to‘rining bunday tuzilishida kolbachalar jismning mayda qismlarini va ranglarini yaxshi ajratishi uchun “kunduzgi” ko‘rinishi, tayoqchalar yuqori darajada yorug‘likni sezish xususiyati bilan “oqshomgi” ko‘rishni ta’minlaydi.

To‘r pardaning ko‘z optik o‘qi o‘tgan joyida sariq dog‘ va markaziy chuqurcha mavjud. To‘r pardaning bu yerida kolbachalarning soni eng yuqori va har bir kolbaga ko‘rish asabining alohida tolasi oxiri bilan ulanadi.

Markaziy chuqurmuguzdan so‘ng shaffof suyuqlik bilan to‘lgan ko‘z kamerasi joylashgan. Kameraning ostida rangli parda joylashgan bo‘lib, unga kamalak parda yoki diafragma deyiladi. Kamalak parda o‘rtasida tirqishcha bo‘lib, unga ko‘z qorachig‘i deyiladi. Ko‘z qorachig‘ining o‘lchami yoritilganlikka bog‘liq ravishda o‘zgarib, qorachiqdan o‘tayotgan yorug‘lik oqimini boshqarib turadi.

Ko‘z qorachig‘i orasida ko‘z gavhari deb ataluvchi, ikki taraflama qavariq linzasimon shaffof jism joylashgan. Ko‘z muguzi, kamerasi va gavhari birgalikda ko‘zning optik tizimini tashkil etadi.

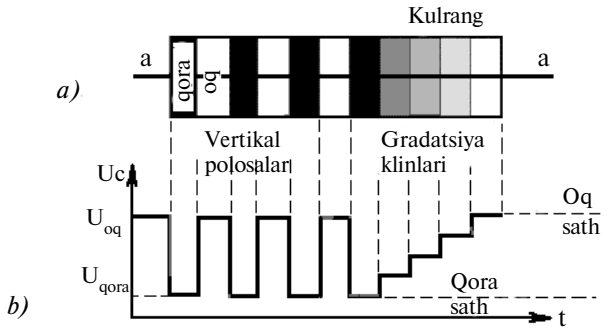
Ko‘z gavharini ushlab turgan mushaklar ko‘z gavharining qavariqligini o‘zgartirib turish xususiyatiga ega. Bu xususiyat yordamida ko‘z gavhari ko‘zning orqa devoriga ko‘zdan 10 sm dan to cheksiz masofagacha joylashgan jism shaklini fokuslaydi (ya’ni, ko‘zning orqa devoriga jismning kichraytirilgan shaklini tushiradi). Ko‘zning bu xususiyatiga *akkomodatsiya* deyiladi. Ko‘z soqqasining orqa tomonidan uning ishidan uzoqlashgan sari kolbachalar siyraklashib, tayoqchalar zichlashib boradi.

6.3. Televizion signali, uning tarkibi va spektri

Uzatiladigan tasvir to‘g‘risida batafsil ma’lumot to‘plagan elektr signali *tasvir signali* deb ataladi. Tasvir signali bir qutbli impuls ko‘rinishidagi signallardan tashkil topgan (ularni qiymati vaqt o‘qiga nisbatan manfiy yoki musbat tomonga o‘zgarishi mumkin). Bir qutbli signallar albatta doimiy qiymatga ega.

Tasvirni yoyish qonuniyatiga binoan bir satrdan ikkinchi satrga va bir kadrdan ikkinchi kadrga o‘tish davrida, pardada xalaqit beruvchi tasvir ifodalanmasligi uchun, tasvir signaliga so‘ndiruvchi impulslar kiritiladi. Bunday yig‘indi signallar *to‘liq tasvir signali* deb ataladi.

Fotoelektr o‘zgartirgichning chiqishidan olinayotgan videosignalning qiymati vaqtning funksiyasi hisoblanadi va uzatilayotgan tasvir elementlarining yoritilganligiga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi, masalan, 6.5-rasmda ko‘rsatilgan oq-qora tasvir uchun eng yuqori sath oq rangga, quyi sathi esa qora rangga, oq va qora ranglarning orasidagi ranglarga kulrangning gradatsiyalari mos keladi.



6.5-rasm. Videosignalni shakllantirish:
a – uzatilayotgan tasvir, *b* – a-a satrni yoyishdagi signal shakli.

Qabul qilingan signal orqali tasvirni tiklash uchun to‘liq tasvir signalidan tashqari, sinxronlovchi impulslar talab qilinadi. Ular satr va kadr sinxroimpulslardan iborat.

Satr va kadr sinxron impulslar yig‘indisi sinxrosignal bilan biriktirilib, to‘liq televizion signalni tashkil qiladi. To‘liq tasvir signali

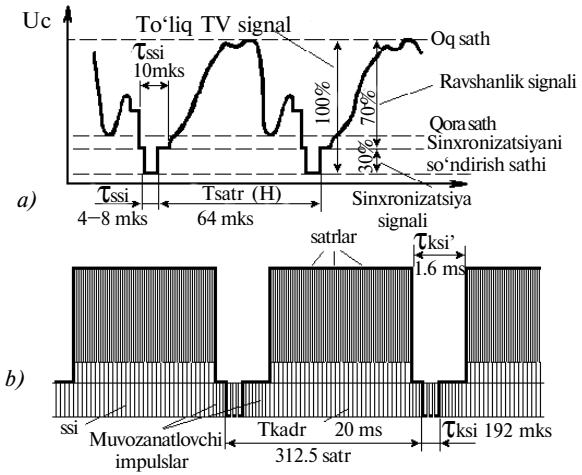
vaqt o‘qining bir tomonida joylashadi, ikkinchi tomoniga esa sinxrosignal joylashtiriladi. To‘liq televizion signal, satr tashlab yoyish rejimida yana murakkablashadi. Kadr ko‘rinishi vaqti oralig‘ida, kadr sinxroimpulslari oldida va orqasida qo‘shimcha tekislovchi impulslar joylashtiriladi. Bundan tashqari, kadr sinxroimpulsiga qirqib oluvchi impulslar joylashtiriladi.

Bir kadr davomiyligi T_k, orqaga qaytish vaqti βT_k, (kadr yoyish vaqti uchun $\beta=\tau_{kgi}/T_k$) satr aktiv vaqtida $(1-\beta)\bullet T_z$ ga teng (bizda qabul qilingan standart bo‘yicha $T_z=H=64$ мкс, $\beta=0{,}1875$), kadr sinxroimpuls doimiyligi τ_k, satrniki esa τ_g (standart bo‘yicha $\tau_k=3H=192$ мкс, $\tau_g=4$ мкс) ga teng deb olingan. Tekislovchi va qirqib oluvchi impulslar chastotasi $2f_z$, davomiyligi τ_g deb belgilanadi.

Televizion signali quyidagi qismlardan tashkil topgan:

1. Video (ravshanlik) signali.
2. Satr va kadr so‘ndirish impulslari (SSI’ va KSI’).
3. Satr va kadr sinxroimpulslari (SSI i KSI).
4. KSI dagi ikkilangan satr chastotali qirqimlar.
5. Muvozanatlovchi impulslar.
6. Ravshanlik signalining o‘zgarmas tashkil etuvchisi.

Satr va kadr davrlari uchun to‘liq televizion signalning shakli 6.6-rasmda keltirilgan.



6.6-rasm. Satr *(a)* va kadr *(b)* davrlari uchun to‘liq televizion signalning shakli.

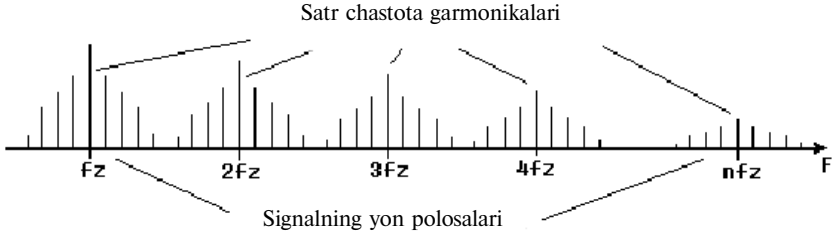
To‘liq televizion signalning amplitudasi 1 voltga teng, bundan 0,7 volt tasvir signal amplitudasi, sinxrosignal uchun esa 0,3 voltni tashkil qiladi. So‘ndiruvchi sathga nisbatan signalning qora sathi 5 % baland olinadi va bu oraliq *qo‘riqlovchi oraliq* deyiladi.

Signalda tasvir to‘liq ifodalansa, uni uzatishda imkon boricha shovqin va buzilishlar kiritilmasa hamda yoyish tezligi doimiy saqlansa, uning sifati tasvir signalining tiklanishida sezilarli darajada saqlanadi. Tasvirni elektr signalida to‘liq ifodalash uchun optik tasvirni signalga va signalni optik tasvirga aylantirgichlarning amplituda va chastota tavsiflari chiziqli ravishda o‘zgarishi lozim.

O‘qish va yoyish aperturalarining o‘lchami iloji boricha kichik bo‘lishi signalning buzilishlarsiz tiklanishini ta’minlaydi. Yoyilishda bir xil tezlik va masshtab bo‘lishi shart. Apertura o‘zgargan sayin signaldagi keskinlik pasayadi, tasvir mayda qismlari signalining amplitudasi haqiqiy qiymatidan pasayadi, o‘ta kichik (apertura o‘lchamining yarmiga teng va undan kichik) qismlardagi signal o‘zgarmas yoki o‘zgarishi shovqin qiymati bilan teng bo‘lgan doimiy qiymatga aylanadi.

Barcha turdagi signallar qatori televizion signal ham o‘zining spektriga ega. TV signal spektri diskret chiziqli spektr bo‘lib, uning atrofida yon chastota polosali signallar ko‘rinishida yetarlicha qisqa satr chastotasining garmonikalari to‘plangan (6.7-rasm), ular rasmda pasayib boradigan vertikal yoyilmani va tasvir detallarining harakatini tashkil etadi.

Bunda uzatilayotgan tasvir haqida ma’lumot eltuvchi diskret energiya zonalari hosil bo‘ladi, bu zonalarning energiyasi satr chastota garmonikalari tartibining ortishi bilan kamayib boradi. 6.7-rasmda videosignalning spektri keltirilgan.



6.7-rasm. Videosignal spektri.

6.4. Tasvirning optik tavsifnomalari va yorug‘lik-texnikaviy kattaliklar

Optik tasvir ko‘pgina yorug‘lik-texnikaviy kattaliklar bilan xarakterlanadi. Ularning asosiylari yorug‘lik oqimi, yorug‘lik kuchi, yoritilganlik va ravshanlik hisoblanadi.

Yorug‘lik deb, inson ko‘ziga ta’sir etuvchi 380 nm dan 770 nm gacha bo‘lgan to‘lqin uzunlik diapazonidagi elektromagnit nurlanishlariga aytiladi.

Yorug‘lik oqimi (F) – normal holatdagi ko‘z uning ta’sir etishi bo‘yicha baholaydigan nurlanish quvvatidir. O‘lchov birligi – lumen (lm). Tajriba yo‘li bilan shu narsa aniqlanganki, ko‘rish egriligi tavsifnomasining maksimumi – 550 nm da 1 Vatt nurlanish quvvatiga 683 lm yorug‘lik oqimi to‘g‘ri keladi, oq rang uchun bu qiymat – 220 lm, 100 Vattli lampa esa 800–1500 lm yorug‘lik oqimini hosil qiladi.

Yorug‘lik kuchi (I) – yorug‘lik oqimining fazoviy burchakdagi zichligi. Yorug‘lik kuchi turli yo‘nalishlardagi yorug‘lik oqimi nurlanishlarining bir xil emasligini xarakterlaydi. Yorug‘lik kuchining o‘lchov birligi kandella (kd) hisoblanadi. U 1 lm yorug‘lik oqimining 1 sterradian fazoviy burchakda tekis taqsimlanganligiga to‘g‘ri keladi. O‘rtacha yorug‘lik kuchi nurlanayotgan yorug‘lik oqimining fazoviy burchakning to‘liq qiymati 4π ga nisbati bilan aniqlanadi. Misol uchun, 100 Vattli lampa 60–120 kd yorug‘lik kuchiga ega.

Yoritilganlik (E) – yorug‘lik oqimining u tushayotgan yuzadagi zichligidir. Yoritilganlikning o‘lchov birligi luksdir (lk) – u 1 lm yorug‘lik oqimi bilan 1 m^2 maydonda hosil qilinadi. Misol uchun, kinoekranning yoritilganligi – 40–200 lk, kitob o‘qishda – 20, yozda jismlarning ko‘rinishi – 1000, yozdagi quyoshli kunda plyajlarda –100000 lk.

Yorqinlik – yuzaga nurlanayotgan yorug‘lik kuchining zichligi. Ravshanlikning o‘lchov birligi kandella/m^2. Nurlantiriladigan yuzalarni ularda yorug‘likning qo‘zg‘atilish usullariga ko‘ra, ikki turga ajratish mumkin: o‘zi nurlanuvchi (TV ekrani, lampa nakalining ipi) va ikkilamchi, tushayotgan yorug‘lik nurini qaytaradigan yoki qisman o‘tkazib yuboradigan (kinoekran, plafon lustralar) yuzalar. Misol uchun, kinoekran ravshanligi – 10–30 kd/m^2, TV ekrani – 40–80 kd/m^2, gugurt donasining alangasi – 5 ming, lampa nakalining ipi – 5 mln atrofida, quyosh – 1,5 mlrd kd/m^2 dan iboratdir.

Qabul qiluvchi trubka ekranidagi tasvir uzatilayotgan obyektni aniq ifodalashi kerak. Ammo oq-qora ekranli televizor ekranida obyektning ayrim tavsifnomalari tamoman yo‘qoladi (masalan, hajm tasavvuri, rang va h.k.), ayrim tavsifnomalari qisman aks ettiriladi. Qabul qiluvchi trubka ekranidagi tasvirning sifati satrlar o‘lchovi, yorqinligi, yarimtonlarning tiklanishdagi ravshanligi, aniqligi, shovqinlanganligi va geometrik o‘xshashligi bilan baholanadi.

Tasvir o‘lchovi odatdagi kuzatish sharoitida, ya’ni kadr formati k=4:3 va vertikal bo‘yicha aniq ko‘rish burchagi $\alpha=12°...15°$ bo‘lganda, kuzatuvchi va ekran orasidagi masofaga bog‘liq bo‘ladi. Yassi tasvir optimal ko‘rinishi uchun masofa D=4...5h qilib olinishi kerak. Bu yerda h – tasvir balandligi. Bunday masofadan ekran kuzatilganda, agar rastrdagi satrlar soni 500–600 tadan ko‘p bo‘lsa, ikki qo‘shni satrlarning ko‘rinish burchagi shu darajada kichik bo‘ladiki, natijada tomoshabin rastrni satrli tuzilishga ega ekanligini payqamaydi.

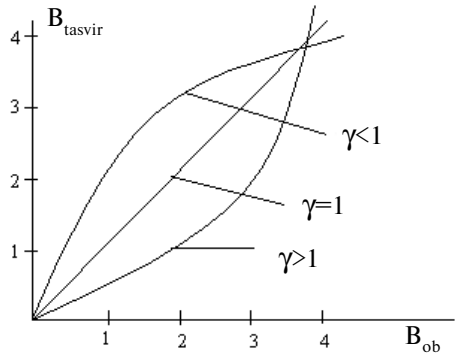
Ekran yorqinligi kuzatuv vaqtidagi sharoitga bog‘liq. O‘rtacha yoritilgan xonada tasvirning yuqori darajadagi sifatiga erishish uchun yorqinlik 100 kd/m^2 dan oshmasligi kerak. O‘rtacha yorqinlikni o‘zgarishi tasvirning ravshanligiga va yarimtonlarning tiklanishiga ta’sir ko‘rsatadi.

Ravshanlik – tiklangan tasvirning yorqinliklari diapazonini (darajasini) ifodalaydi. Bunda obyektdagi va tasvirdagi kuzatuvchi his qiladigan yorqinlik o‘zgarishlari proporsiyalarini saqlab qolish zarurdir. Veber-Fexner qonuniga asosan, ko‘rinishi yorug‘likni his qilish obyekt yorqinligining logarifmiga proporsional bo‘ladi. Tasvirning va obyektning turli qismlaridagi yorqinliklari orasidagi proporsiyalarni sezish hissiyotini saqlab qolish uchun ular orasida:

$$B_{tasvir} = A \cdot B_{\gamma\ obyekt} \qquad (6.3)$$

formula bilan aniqlanuvchi darajali bog‘lanish bo‘lishi zarur. Televizion kanalda tasvir va obyekt yorqinliklariga chiqish va kirish signallarining ma’lum amplitudalari mos keladi. Shuning uchun (6.3) tenglik televizion tizimning amplitudali tavsifnomasini aniqlaydi. Bu formulada televizion tizimning boshi va oxiridagi

“yorug‘lik-signal” va “signal-yorug‘lik” kabi o‘zgarishlar hisobga olingan. Daraja ko‘rsatkichi tizimning amplitudali tavsifnomasining shaklini aniqlaydi (6.8-rasm).

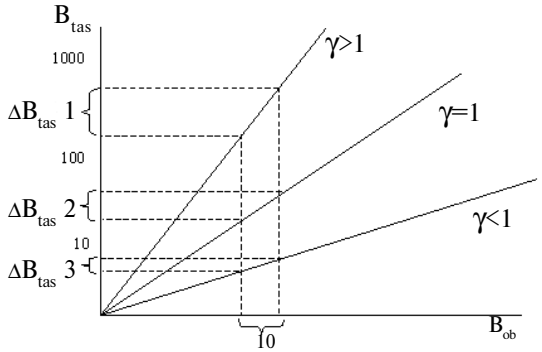


6.8-rasm. Televizion tizimning chiziqli masshtabda g ning uchta qiymatlari bo‘yicha amplitudali tavsifnomasi.

Tasvir va obyekt ravshanliklarini solishtirish uchun ular orasidagi bog‘lanish egriligini logarifmik masshtabda yasaymiz. Soddalik uchun A=1 deb olib (6.3) tenglikni logarifmlash natijasida

$$\lg B_{tasvir} = \gamma \lg B_{obyekt} \qquad (6.4)$$

formulani hosil qilamiz. Logarifmik masshtab asosida, (6.4) formulaga mos kelgan, γ ning uchta qiymati bo‘yicha grafikni yasaymiz:



6.9-rasm. Televizion tizimning logarifmik masshtabda γ ning uchta qiymati bo‘yicha amplitudali tavsifnomasi.

Obyekt ravshanligiga qaraganda obyekt tasvirining ravshanligi γ>1 da yuqori, γ<1 da esa past bo‘ladi. Bu ravshanliklar γ=1 da o‘zaro tengdir. Logarifmik masshtabda tavsifnomalar orasidagi bog‘lanish γ ning barcha qiymatlarida chiziqlidir. Obyekt yorqinliklari va ularning vizual hissiyotdagi o‘zgarishlari orasida to‘g‘ri proporsionallik saqlanadi. Televizion tizimlar uchun daraja ko‘rsatkichi γ ravshanlik koeffitsiyenti, amplituda tavsifnomasi esa “gamma” tavsifnomasi deb ataladi.

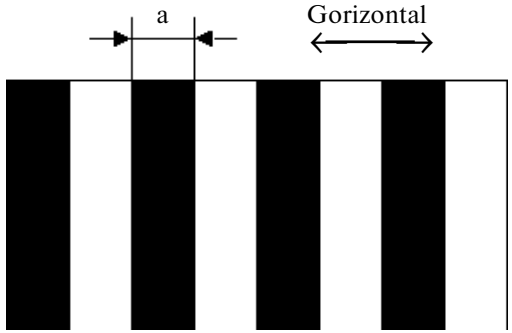
Tasvir aniqligi uzatilayotgan obyektning mayda detallarini tiklanishi bilan xarakterlanadi va u tasvir elementining nisbiy o‘lchamlariga bog‘liq bo‘ladi. Elementar maydonchaning vertikal va gorizontal yo‘nalishdagi o‘lchovlari televizion tizimning alohida olingan qismlariga bog‘liq bo‘ladi va aniqlik bu ikki yo‘nalishda alohida-alohida belgilanadi.

Vertikal yo‘nalishda aniqlik ko‘rilganda elementning gorizontal o‘lchovi hisobga olinmaydi va vertikal yo‘nalishdagi aniqlik tasvirda vertikal yo‘nalishda (bu yerda polosalar gorizontal bo‘lganligi bilan ularning oqdan qoraga o‘rin almashishi vertikal yo‘nalishdadir) almashinib, keluvchi oq va qora satrlarda o‘z ifodasini topadi (6.10-rasm). Chunki satrni kengligi elementning vertikal yo‘nalishidagi o‘lchamiga tengdir.

6.10-rasm. Vertikal yo‘nalishda maksimal aniqlikka ega tasvir.

Bunday tasvirga televizion signalning chastotasi mos keladi, chunki uning har bir davriga satrning ikkita davri mos keladi (bitta qora va bitta oq). Bu chastota televizion signalning yuqori chegaraviy chastotasi f_y dan ancha past bo‘lganligi tufayli, uni aloqa kanali bemalol o‘tkazadi. Shuning uchun o‘tkazuvchi aloqa kanalining kengligi vertikal yo‘nalishda aniqlikka ta’sir etmaydi.

Gorizontal yo‘nalishda tasvir diskret tuzilishga ega bo‘lmaydi va bu yo‘nalishda element o‘lchovi gorizontal yo‘nalishda zarur bo‘lgan aniqlikka erishish shartiga ko‘ra tanlanadi. Odatda gorizontal va vertikal yo‘nalishlarda aniqlikni bir xil qilishga harakat qilinadi. Buning uchun element tomonlari “a” ga teng kvadrat ko‘rinishda olinadi va natijada gorizontal yo‘nalishdagi aniqlik ham almashinuvchi qora va oq vertikal yo‘llar bilan ifodalanadi. Bu yo‘llar kengligi element kengligiga teng bo‘ladi (6.11-rasm). Elementning gorizontal o‘lchovi uning uzatilish davri bilan aniqlanadi.



6.11-rasm. Gorizontal yo‘nalishda maksimal aniqlikka ega tasvir.

Uzatish davrida signalning yuqori chastotasiga tasvir proporsional bo‘ladi, ya’ni bu chastotani oshishi bilan elementning davri qisqaradi:

$$f_c = \frac{1}{2\tau a} \qquad (6.5)$$

Natijada gorizontal yo‘nalishda aniqlik oshadi. Demak, gorizontal yo‘nalishda tasvir aniqligi yuqori chegaraviy chastota bilan aniqlanadi.

Gorizontal va vertikal yo‘nalishlardagi aniqlik uzatuvchi va qabul qiluvchi trubkalarning ochuvchi nurlar oxirlarining kesim yuzalariga ham bog‘liq bo‘ladi. Aniqlikni pasayishiga yo‘l qo‘ymaslik uchun ochuvchi nurning kesim yuzasi element o‘lchovidan katta bo‘lmasligi zarur.

Tasvirning shovqinlashgani televizion tasvirning sifatini aniqlovchi asosiy ko‘rsatkichdir. Televizion tizimning turli

nuqtalarida uzatish traktiga parazit elektrik signallar tushib qolib, ular asosiy signallar bilan birga kuchayib ekranda turli shakldagi va turli yorqinlikdagi qo‘shimcha detallar ko‘rinishida namoyon bo‘ladi hamda tasvirni buzilishiga olib keladi. Bunday signallar turlarining xilma-xilligini ko‘pligiga qaramay, ularni asosiy to‘rt guruhga ajratish mumkin:

1) Muntazam davriy buzilishlar. Ular tasvirda to‘r yoki muar ko‘rinishda namoyon bo‘ladi;

2) Qisqa vaqt ta’sir etuvchi impuls buzilishlar. Ular qora va oq dog‘lar ko‘rinishida ekranning turli joylarida paydo bo‘ladi;

3) Past chastotali buzilishlar. Ular sekin o‘zgaruvchi xiralanishlar ko‘rinishida namoyon bo‘ladi;

4) Televizion tizim qurilmalarining turli qismlarida issiqlik (fluktuatsiya) holatini kelib chiqishi bilan bog‘liq tasvir buzilishlari.

6.5. Optik tasvirni elektr signaliga aylantiruvchi qurilmalar

Optik tasvirni elektr signaliga aylantiruvchi TV signal o‘zgartirgichlari obyektdan qaytgan va uning fotosezgir yuzasida proyeksiyalangan yorug‘lik energiyasini qayta o‘zgartirishni ta’minlagan holda, ma’lum kattaliklarga ega bo‘lgan elektr signal ketma-ketligiga o‘zgartiradi. O‘zgartirgich nafaqat alohida elementlarning yorqinligini baholay olishi, balki yoyish jarayonini ham amalga oshira olishi kerak. Zamonaviy TV texnikasida o‘zgartirishlar uzatuvchi elektron-nurli trubka (ENT) va qattiq jismli o‘zgartirgichlar yordamida amalga oshiriladi.

Tasvirning sifatli bo‘lishi bu kabi o‘zgartirgichlarning sezgirlik, ruxsat etilgan imkoniyatlar, yorug‘lik va spektral tavsifnomalar hamda inersion parametrlariga bog‘liq.

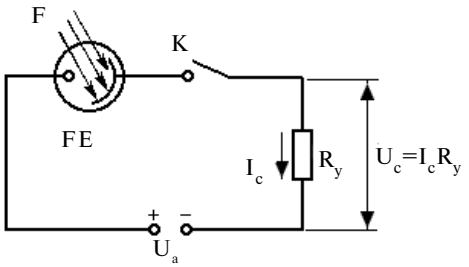
Sezgirlik – bu parametr yorug‘lik sezuvchan elementdagi (fotoqatlamda) signal-shovqinning berilgan nisbati ta’minlanadigan “luks”lardagi minimal yoritilganlikni ko‘rsatadi. O‘zgartirgichning sezgirligi qanchalik katta bo‘lsa, shuncha kam yoritilganlik talab qilinadi.

Yorug‘lik tavsifnomasi – bu parametr o‘zgartirgich chiqishidagi signal tokining uning fotosezgir yuzasi yoritilganligiga bog‘liqligini ko‘rsatib beradi.

Spektral tavsifnoma – o‘zgartirgichga tushayotgan tekis jadallikdagi nurlanish to‘lqin uzunligining TV signal qiymatiga bog‘liqligini ko‘rsatadi.

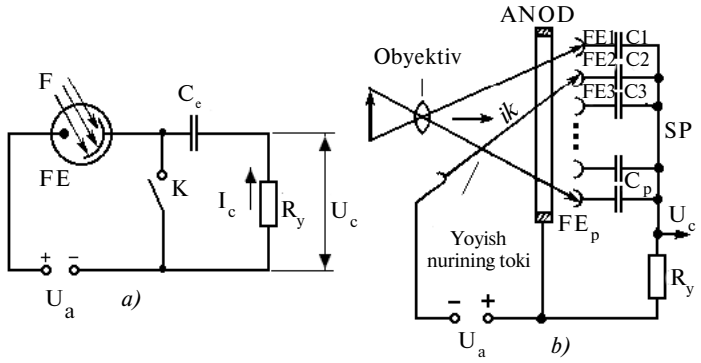
Inersionlilik – o‘zgartirgichning chiqishidagi TV signal o‘zgarishi, uning fotosezgir yuzasi yoritilganligining o‘zgarishiga nisbatan kechikishini ko‘rsatadigan parametr.

Optik tasvirni elektr signaliga o‘zgartirish uzatuvchi ENT ning ishlash prinsipi bo‘yicha oniy ta’sir va zaryad yig‘ish usulidagi trubkalarga bo‘linadi. 6.12-rasmda oniy ta’sir usulida optik tasvirni elektr signaliga aylantirish sxemasi keltirilgan.



6.12-rasm. Oniy ta’sir tizimida signalni hosil qilish.

Bunda hosil bo‘ladigan tokning oniy qiymati fotoelementga tushayotgan yorug‘lik oqimiga proporsional bo‘ladi. K kalitning ulanishi hisobiga R_y yuklamada fotoemitsiya toki hosil bo‘ladi. 6.13-rasmda zaryad yig‘ish usulida ishlaydigan signal hosil qiluvchi sxema ko‘rsatilgan.

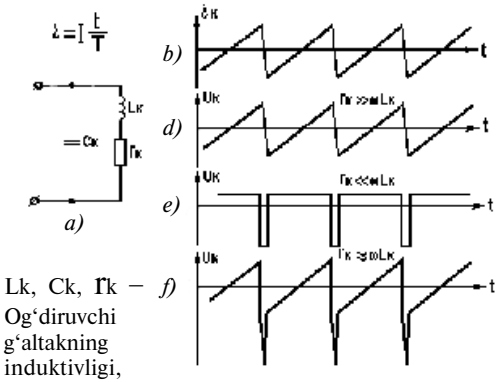


6.13-rasm. Yorug‘lik energiyasini yig‘ish prinsipi: *a* – ekvivalent sxemasi; *b* –TV tizimining zaryad yig‘ish moduli.

Zaryad yig‘ish prinsipida fotoo‘zgartirgichlarning samaradorligi ancha oshadi, chunki tasvir signalining elementlarini kommutatsiya davrida nurlantirayotgan yorug‘lik energiyasi maxsus kondensatorlarda jamlanadi. Signal plastinasi SP da jamlangan umumiy signal R_y yuklama orqali tasvir signalini hosil qiladi.

6.6. Tasvirni yoyuvchi qurilmalar

TV tasvirni yoyish elektron nurni biror qonun bo‘yicha og‘dirish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Ko‘pchilik zamonaviy kineskoplarda induktiv g‘altaklar asosida elektromagnit tizimli og‘dirish qo‘llaniladi. Bunday tizimning ekvivalent sxemasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi.



Lk, Ck, rk – Og‘diruvchi g‘altakning induktivligi, sig‘imi va aktiv qarshiligi

6.14-rasm. Og‘diruvchi g‘altaklarda og‘diruvchi tokni shakllantirish.

Agar sig‘imning ta’siri hisobga olinmasa, u holda g‘altaklarga beriladigan boshqaruvchi kuchlanish quyidagicha ifodalanadi:

$$U_k = U_L + U_r = L_k di/dt + r_k i.$$

Og‘diruvchi g‘altaklarda arrasimon tokni olish uchun ularga signalning arrasimon va impulsli tashkil etuvchilarini berish kerak bo‘ladi.

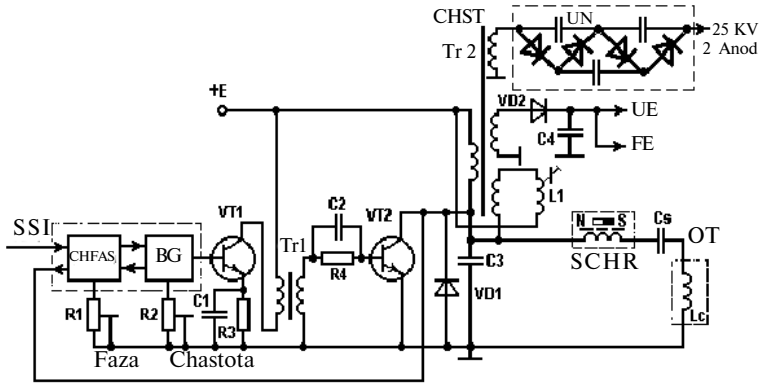
$r_k >> \omega L_k$ bo‘lsa, bunda qo‘yilgan kuchlanish arrasimon shaklga ega bo‘lishi kerak.

$r_k << \omega L_k$, – kuchlanish impuls shakliga ega bo‘lishi kerak, bunda uning shakli tokning hosilasidan aniqlanadi.

$\omega L_k \approx r_k$ – kuchlanish impuls-arrasimon shaklga ega bo‘lishi kerak, bunda ularning orasidagi bog‘lanish L_k va r_k qiymatlari bilan aniqlanadi.

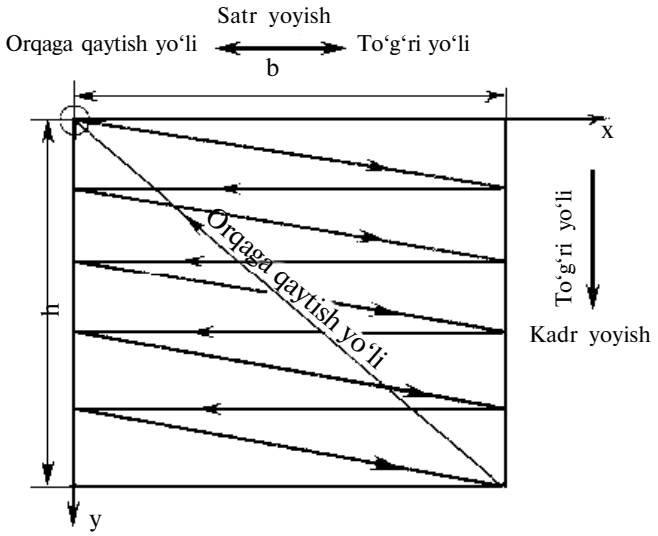
Televideniyeda TV tasvir satr va kadr bo‘yicha yoyiladi.

Satr bo‘yicha yoyishning asosiy xususiyati uni ishining yetarlicha katta 15625 Гц chastotasi hisoblanadi, bunda qoidaga muvofiq $r_k < \omega L_k$ va og‘diruvchi g‘altaklarda arrasimon shakldagi tokni shakllantirish uchun kuchlanishning impulsli shakli talab etiladi (6.14-*d* rasm). Buning uchun satr yoyishning ikki tomonlama kalitli chiqish qurilmasi eng oddiy va samarali hisoblanadi. 6.15-rasmda oq-qora kineskop satr yoyish generatorining amaliyotda qo‘llaniladigan sxemasi keltirilgan.



6.15-rasm. Oq-qora televizorning satrni yoyish qurilmasining sxemasi: CHFAS –chastotani fazali avto sozlash; BG – beruvchi generator; SCHR – satr chiziqliligi regulatori; CHST – chiqish satrlari transformatori; OT – og‘diruvchi tizim.

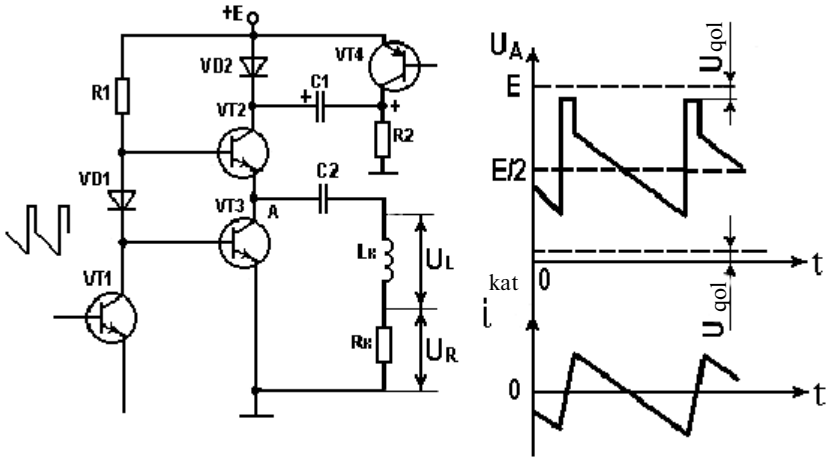
Satrni yoyilishida elektron nurning to‘g‘ri va teskari yo‘li bir-biridan farqlanadi. To‘g‘ri yo‘lida (yurishning aktiv qismi) videoaxborotni olish yoki akslantirish sodir bo‘ladi, bu holda nur chapdan o‘ngga va bir vaqtning o‘zida yuqoridan pastga harakat qiladi, teskari yo‘lida (passiv qismi) esa keyingi satr yoyilishi uchun orqaga qaytadi (6.16-rasm).



6.16-rasm. Satrni chiziqli yoyish.

Kadr yoyish moduli satr yoyish modulidan ancha kichik bo‘lgan chastotada (50 Гц) ishlaganligi sababli, ularning generatorlari tuzilishida satrli yoyishnikiga nisbatan farq bor.

Yoyishning to‘g‘ri yo‘lida kadr g‘altaklarining reaktiv tashkil etuvchilarini hisobga olmasa ham bo‘ladi, bunda chiqish kaskadi aktiv yuklamadagi kuchaytirgich sifatida ishlaydi. Bu holda og‘diruvchi g‘altaklarga arrasimon kuchlanish beriladi, arrasimon kuchlanishning S-korreksiyasi esa oddiy nochiziqli yoki chastota-bog‘lanishli teskari aloqa zanjirlarining qo‘llanilishi hisobiga erishiladi. Kadrning orqaga qaytish vaqtida nisbatan katta induktivlikning mavjudligini hisobga olish kerak bo‘ladi, bunda orqaga qaytish vaqti qanchalik kichik bo‘lsa, shuncha ta’minot kuchlanishining katta bo‘lishi talab etiladi, ya’ni FIK shuncha kichik bo‘ladi. 6.17-rasmda kadr yoyish moduli chiqish kaskadining umumlashtirilgan sxemasi keltirilgan.



Prinsipial sxemasi *a)* Tok va kuchlanish shakli *b)*

6.17-rasm. Kadr yoyish moduli chiqish kaskadining umumlashtirilgan sxemasi.

6.7. TV tizimlarda sinxrogenerator va sinxronlash

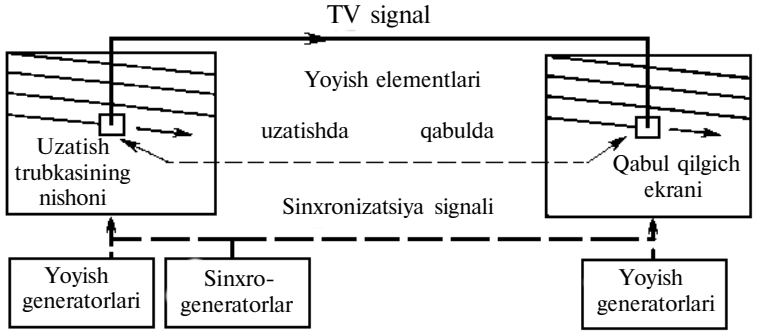
TV tizimining yoyish qurilmalari sinxron va sinfaz ishlashi shart. Bu talablar televideniyeda uzatish sifatini oshirish maqsadida qo‘llaniladigan majburiy sinxronlash orqali amalga oshiriladi. Buning uchun har satr va har maydon oxirida maxsus sinxronlash impulslari uzatiladi, ular majburiy ravishda sinxronlash va sinfazlashni o‘z vaqtida ishlashini ta’minlaydilar.

Uzatish va qabul qilish qurilmalarining yoyishini sinxronlash har xil. Telemarkazda ishlayotgan yoyish qurilmalari, kabel liniyalari orqali impulslar manbayi bilan bog‘langan, ularni sinxron ishlashi uchun satr va kadr chastota impulslari qo‘llaniladi, satrni va kadrni yoyish qurilmalariga ulanadilar. Qabulda yoyish qurilmalarini sinxronlash uchun murakkab shakldagi maxsus sinxronlash signallari hosil etiladi, ular umumiy kanalda tasvir signali bilan uzatiladi. Bu signaldan tashqari tasvir signaliga so‘ndiruvchi impulslar kiritiladi, ular qabul qiluvchi va uzatuvchi trubkalarning elektron nurlarini ortga qaytishida satrlar va kadrlar yo‘nalish davomiyligini vaqtida berkitishadi. Bu esa uzatuvchi trubkaning nishonida iz

qoldirmasligi, qabul qilish trubkasida esa ekranni qayta yoritish bo‘lmasligi va tasvirni ravshanligi kamaymasligini ta’minlaydi.

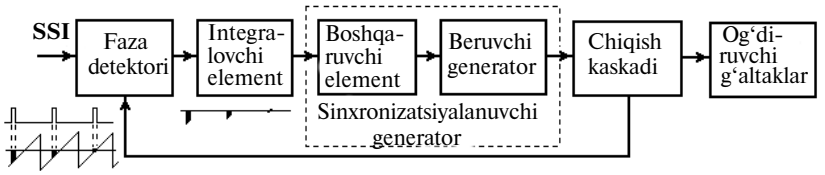
Har bir satr va har bir kadrdan keyin orqaga qaytish vaqtida maxsus sinxronlash impulslari uzatiladi, bu impulslar uzatuvchi va qabul qiluvchi qurilmalarida yoyishning satr va kadr bo‘yicha koordinata boshi bilan bog‘lanishini aniqlaydi.

Sinxronlashning aniqligi va satr hamda kadr yoyish tezligining bir me’yorda bo‘lishi qabulda va uzatishda tasvir detallarining geometrik jihatidan mos ko‘rsatilish aniqligini belgilaydi (6.18-rasm).



6.18-rasm. Uzatish va qabul qilish tomonlarida yoyishni sinxronlash.

Generatorlarni sinxronlash bevosita (generator chastotasini to‘la nazoratga olish) va inersiyali (parametrik) turga bo‘linadi. 6.19-rasmda inersiyali sinxronlash qurilmasining sxemasi keltirilgan.



6.19-rasm. Inersionli sinxronlashning tuzilish sxemasi.

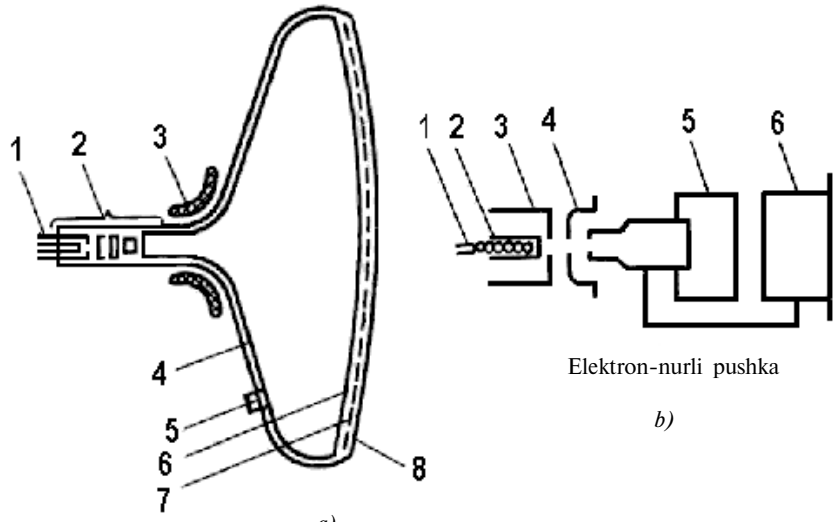
Inersionli sinxronlashda (chastotani fazaviy avto sozlash) CHFAS usulidan foydalaniladi. Satr generatorining chastotasi

va fazasini videosignal tarkibidan ajratilgan satr sinxroimpulslarining chastotasi va fazasi bilan taqqoslashga asoslangan.

6.8. Oq-qora televideniyening TV qabulqilgichlari

Kineskop deb, tasvir signalining oniy qiymatini ketma-ket yorug‘lik impulslariga o‘zgartiruvchi luminofor ekranli elektron-nurli trubkaga aytiladi. Kineskopning yoyish elementi fokuslangan elektron nur hisoblanadi, tasvirning ko‘rsatilishi esa nurni yoyish qonuni bo‘yicha og‘dirilishi va tasvir signalini uning zichligi bo‘yicha modulatsiyasi bilan ta’minlanadi.

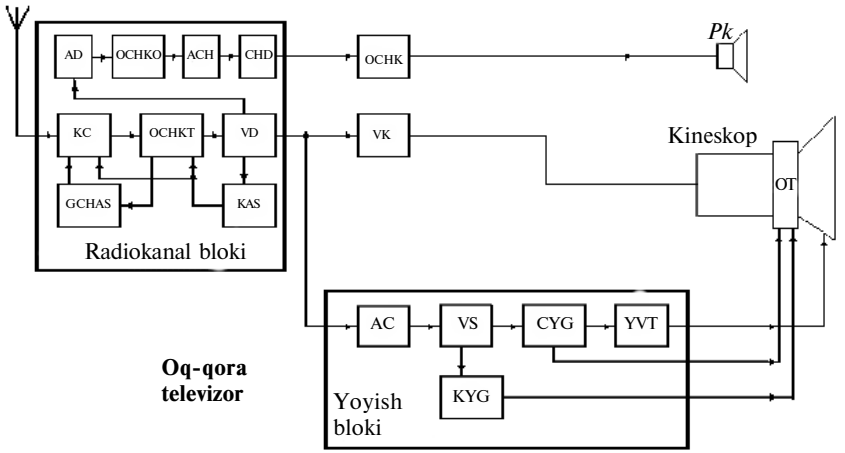
Kineskoplarning to‘g‘ridan-to‘g‘ri kuzatiluvchi va proyeksiyalanuvchi turlari mavjud. Kineskop qurilmasining sxemasi 6.20-*a* rasmda keltirilgan.



6.20-rasm. Oq-qora kineskop qurilmasinnig sxemasi: 1—sokol; 2—elektron-optik tizim; 3—og‘diruvchi tizim; 4—ichki tok o‘tkazuvchi qoplama (akvadag); 5—ikkinchi anodning chiqishi; 6—yupqa aluminli qoplama; 7—luminofor; 8—shisha kolba.

Konstruksiyasi jihatidan kineskop 3 asosiy qismdan iborat: shisha kolba—8, elektron nurni shakllantiradigan elektron-optik tizim—2 va ekran luminofori—7.

Ekran yupqa alumin plyonkasi *6* bilan qoplangan luminofor qatlami *7* ko‘rinishida bo‘ladi. Kineskopning “bo‘yin” qismida og‘diruvchi tizim *3* joylashgan bo‘lib, uning yordamida tasvirni yoyish jarayonida elektron nurni harakatlanishini ta’minlovchi magnit maydoni shakllantiriladi. Elektron-optik tizim yoki elektron pushka elektron nur tok zichligining tezlanishini, fokuslanishini va boshqarilishini ta’minlaydi.



6.21-rasm. Oq-qora TV qabulqilgichning tuzilish sxemasi: *KS*—kanal selektori; *AD*—amplituda detektori; *GCHAS*—generator chastotasini avto sozlagichi; *KAS*—kuchayishni avtomatik sozlagichi; *OCHKT*—tasvirning oraliq chastota kuchaytirgichi; *OCHKO*—ovozning oraliq chastota kuchaytirgichi; *ACH*—amplituda chegaralagich; *VD*—videodetektor; *CHD*—chastota detektori; *OCHK*—ovoz chastota kuchaytirgichi; VK—videokuchaytirgich; *AS* va *VS*—amplituda va vaqt selektorlari; *SYG* va *KYG*—satr va kadr yoyish generatorlari; *YVT*—yuqori voltli to‘g‘rilagich; *OT*—og‘diruvchi tizim; *Pk*—radiokarnay.

Konstruksiyasi jihatidan elektron pushka silindrik elektrodlar ko‘rinishida bo‘ladi (6.20-*b* rasm) va qizdirgich *1*, termokatod *2,* modulator *3,* tezlatuvchi *4* va fokuslovchi *5* elektrodlari, ikkinchi

anod 6 dan iboratdir. Bunday sxema bo‘yicha qurilgan pushka *pentod konstruksiyali* deb ataladi va ikki linzali optik tizimga mos keladi, nurni fokuslash ikki sohada amalga oshiriladi: immersion obyektiv sohasida va bosh fokuslovchi linza sohasida.

Immersion obyektiv tarkibiga termokatod *2*, modulator *3* va tezlatuvchi elektrod *4* kiradi. Katod va tezlatuvchi elektrodlar orasidagi yuqori potensiallar ayirmasi (katod yerga ulangan U_k=0, U_y=500-800 B) va ular orasidagi masofaning kichik bo‘lishi hisobiga immersion obyektiv sohasida katta elektr maydon kuchlanganligi hosil bo‘ladi.

Katod yuzasidan uchib chiqayotgan elektronlar bu maydon ta’siriga tushib, fokus tekisligida ingichka ko‘ndalang kesimga ega bo‘lgan holda to‘planadilar, bu oqimning diametri modulatorning nur o‘tuvchi teshigidan ham kichik bo‘ladi. Keyin fokuslangan oqim yana tarqaladi va bosh fokuslovchi linza sohasiga o‘tadi.

Nazorat savollari

1. Televideniyening asosiy vazifasi nimalardan iborat?
2. Televideniyening asosida yotuvchi fizik jarayonlarning mohiyatini tushuntiring.
3. Insonning ko‘rish tizimi qanday xususiyatlarga ega?
4. Televizion tasvir signali tarkibiga qanday signallar kiradi?
5. Sinxrosignallar deganda qanday signallarni tushunasiz?
6. Optik tasvirni elektr signaliga aylantirish jarayonini tushuntirib bering.
7. Tasvir signalini yoyishning ahamiyatini tushuntirib bering. U qanday usullarda amalga oshiriladi?
8. TV tizimda sinxronlash nima uchun kerak?
9. Kineskoplar qanday tuzilishga ega bo‘ladi?
10. TV qabulqilgichning tarkibiga qanday qurilmalar kiradi?
11. Jamiyatda televideniyening ahamiyatini gapirib bering.

7-bob. RANGLI TELEVIDENIYE

7.1. Kolorimetriya asoslari

Rangni ko‘rish jarayoni. Rang elektromagnit to‘lqinlarining 380÷760 nm oralig‘idagi yorug‘lik diapazoni tarkibining ifodasi, agar shu diapazondagi to‘lqinlar bir vaqtda ko‘zga ta’sir qilsa, miyada oq rang gavdalanadi. To‘lqinlarning amplituda qiymati bir xil bo‘lsa, bunday rangni bir tekis energiyali oq rang deb ataladi. Agar ushbu diapazondagi to‘lqinlar to‘liq ta’sir qilmasa, ya’ni biror tarkibiy qiymati oz yoki ko‘p bo‘lsa yoki tarkibida bo‘lmasa, miyada rang gavdalanadi.

Spektral tarkibi har xil nurlanishlar bir xil rang sifatida qabul qilinadi. Bir xil spektrli ikki manbadan chiqayotgan nurlanish har xil rangni uyg‘otishi mumkin. Ranglar metomerdir. Agar ikki rang orasidagi farqni ko‘z sezsa, demak, ularning spektral tarkibi har xil, agar sezmasa, u holda spektrlari bir xil deb ham ayta olmaymiz.

Har qanday murakkab tarkibli nurlanishlarni pur-pur ranglardan tashqari monoxrom nurlanish bilan almashtirish mumkin.

Umuman olganda, tarkibi murakkab, ranglari bir-biriga o‘xshash o‘ta ko‘p nurlanishlar mavjud, ammo ular bir-biridan farqlanadi. Chunki ranglar ko‘p o‘lchovlidir. Ranglar uch ko‘rsatkich: tiniqligi; tusi; to‘yinganligi bilan aniqlanadi.

Ranglarning obyektiv ko‘rsatkichlari:

– Ravshanligi (B);

– To‘lqin uzunligi (λ);

– Tozaligi (oq rang bilan qo‘shilganlik miqdori ρ).

Ko‘zni rang ajratish qobiliyati chegaralangan va burchak kattaligidan kichik bo‘lgan jismlar rangining tusini uzil-kesil bir xil aniqlash qiyin. O‘ta kichik jismlar rangini umuman payqab bo‘lmaydi. Jismlarning rangsizlanishi masofaga ham bog‘liq. Rangni ajratish jism asosining rangiga bog‘liq: qora-oq (qora asosda turgan oq jism) ajralishi 100% olinsa, u holda q-yashil 94%; q-qizil 90%; q-ko‘k 26%; ya-qizil 40%; ko‘k-qizil 23%; ko‘k-yashil 19% ni tashkil qiladi. Yoritiladigan jismlar rangi yorituvchi manbaning spektral tarkibiga qarab tuslanadi. O‘ta kichik o‘lchamli bir necha

manba rangi ularni qo‘shilmasidan hosil bo‘lgan rang sifatida ko‘riladi. Ko‘rilayotgan ranglar biror tezlikda almashtirilsa, ularning rangi qo‘shilma natijasi deb qabul qilinadi.

Kolorimetriyada rangni ko‘rishning quyidagi xususiyatlariga e’tibor qaratiladi:

1. Ko‘z rangga nisbatan uch o‘lchamli, ya’ni u nurlarni uch tarkibli – qizil R, yashil G, va ko‘k B qismlarga ajratadi. Bu ranglar *asosiy ranglar* deb ataladi. Ularning ustun to‘lqin uzunligi λ_R=700 nm, λ_G=546,1 nm, λ_B=435,8 nm.

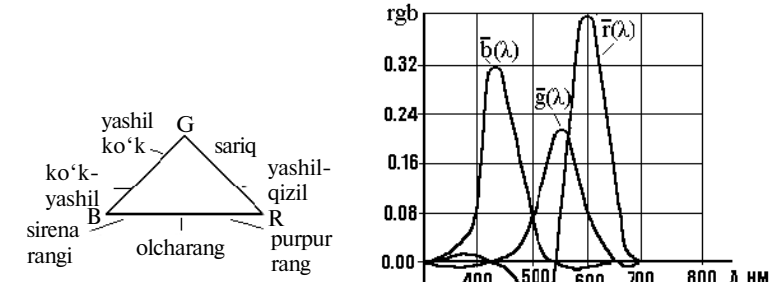
2. Kolorimetriya asosiga binoan ranglarni uch asosiy rang qo‘shilmasidan olish ifodasi quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$f' F = r' R + g' G + b' B, \qquad (7.1)$$

bu yerda *f′, r′, g′, b′* – ranglar moduli;

F, R, G, B – natijaviy va asosiy ranglar belgisi.

3. Ranglarni geometrik ta’riflash (tasvirlash) uni tushunish uchun qulaydir.



RGB tizimidagi ranglar uchburchagi

a)

RGB tizimida ranglarning solishtirma koordinatalari

b)

7.1-rasm. RGB tizimi.

4. Amalda ko‘proq ranglilik ishlatiladi. Shunga binoan, *F=rR+gG+bB*, bu yerda *r=r′/f′, g=g′/f′, b=b′/f′, f′=r′+g′+b′, r, g, b* – rang koeffitsiyentlari. Rang koeffitsiyentlari yig‘indisi birga teng. Ranglilik geometrik nuqtai nazaridan teng tomonlik uchburchak ko‘rinishda ifodalanadi (7.1-*a* rasm), uning koeffitsiyentlari qiymati grafik yoki jadval ko‘rinishda beriladi. Ko‘zni hisobga olmaganda

rang ko‘rsatkichlari energetik qiymatlarda olinadi, ya’ni $P_R=P_G=P_B$=1Вт; u holda oq rang energiyasi $P_E=1/3P_R+1/3P_G+1/3P_B$.

5. Ko‘zni inobatga olinganida o‘lcham kd/m^2 da aniqlanadi. U holda yorug‘lik koeffitsiyenti L_R=1 kd/m_2, L_G=4,591 kd/m_2, L_B=0,0601 kd/m_2 ga teng bo‘ladi. Tabiiy oq rang uchburchakning bir chetiga suriladi $E=1,0R_\lambda+4,591G_\lambda+0,0ё601B_\lambda$; uchburchak tomonlari masshtabi ham har xil bo‘ladi. Bunday uchburchak yordamida amaliy hisob olib borish mushkullashadi. Bundan tashqari, uni fazoda aniq belgilangan holati ko‘rsatilmagan, bu esa har xil tadqiqotchilar olgan natijalarni umumlashtirishni qiyinlashtiradi.

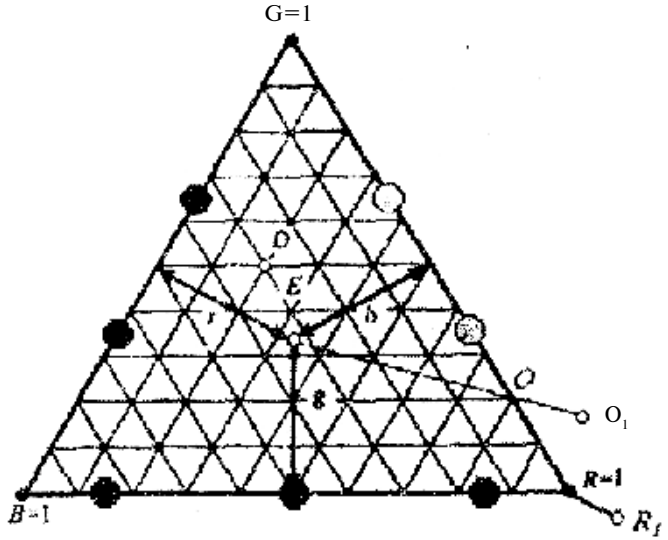
6. Keltirilgan muammoni hal qilish uchun XYZ uchburchagi qabul qilingan. Bu yerda asosiy ranglar sifatida real bo‘lmagan X, Y, Z ranglar olingan. Fazodagi holati aniq belgilangan va ravshanligi Y o‘qi bo‘yicha aniqlanadi. X o‘qi fazo qorong‘u yuzasiga joylashtirilgan (7.4-rasm).

7. Ranglarni quyidagi usullar orqali qo‘shish mumkin: fazoda ustma-ust tushirish orqali; ketma-ket ko‘rsatish orqali va binokular usul bilan.

Rang uchburchagi. Har xil ranglar ustida ish bajarilganda, uning sifatini va qiymatini yaqqol tasvirlash uchun kolorimetriyada ranglar uchburchagi deb nomlanuvchi RGB uchburchak qo‘llanadi. Uchburchak uchlarida uch asosiy rangga mansub teng quvvatli uch yorug‘lik manba joylashtirilgan deb faraz qilaylik. Agar faqat bitta manba yoqilsa, undan uzoqlashgan sayin tabiiy yorug‘lik pasaya boradi. Masalani soddalashtirish maqsadida R nuqtadan chiqqan yorug‘lik G va B nuqtalarda amaliy nolga tenglashadi deb olinadi (tabiiyki, buning uchun uchburchak juda katta bo‘lishi kerak). Bu shart G va B manbalar uchun ham bajariladi, ya’ni yorug‘lik nurining jadalligi qarama-qarshi cho‘qqilarda amaliy nolga teng.

Ranglarning qo‘shilish qonunini namoyish qilish maqsadida biror ichi bo‘sh shisha shardan foydalanamiz. RE chiziq bo‘yicha shar siljitilganda qizil rang o‘zgarmaydi, lekin E nuqtaga yaqinlashgan sayin oqara boradi va E nuqtada oq ranga aylanadi. Demak, rangning to‘yinganligi o‘zgaradi, ya’ni qizilning oq rang bilan qo‘shilishi kuzatiladi. Shu kabi shar BE chiziq bo‘yicha siljitilganda rang o‘zgarmaydi (ko‘kligicha qoladi). Faqat to‘yinganligi

pasayadi. Shar bu chiziq bo‘yicha ko‘k rang imkoni bo‘lgan hamma nimranglaridan o‘tib, E nuqtasida mutloq oq rangga aylanadi. GE chiziq bo‘yicha va RGB uchburchak tomonlaridan chiqib, E nuqtasi bilan tutashuvchi har qanday chiziqda ushbu holat kuzatiladi.



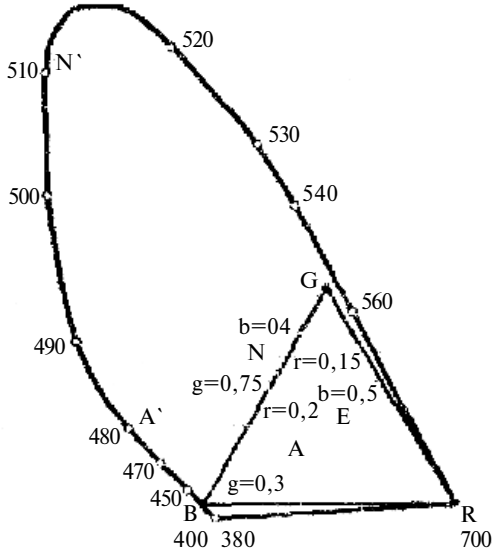
7.2-rasm. Rangli uchburchakning umumiy ko‘rinishi.

Shuni ta’kidlash lozimki, haqiqiy yorug‘lik manbayi 100 % li to‘yinganlikka ega emas. Qanaqangi qizil, yashil va ko‘k rang olinmasin – qizil fonus, kineskop katod luminofori – bu manbalarning to‘yinganligi hamma vaqt 100 % dan kam. Kolorimetrik tajribalarning aniqlashicha, 100 % li to‘yinishga faqat bir to‘lqin uzunligiga teng manbagina nazariy jihatdan ega bo‘lishi mumkin. To‘yinganligi 100 % ga yaqin bunday manbalar turkumiga amalda bir to‘lqin uzunligida nurlanuvchi lazerlarni kiritish mumkin.

Masalan, RE chizig‘ida, qizil rang to‘yinganligi (7.2-rasm) E nuqtasidan uzoqlashgani sayin orta boradi, R nuqtasida to‘yinganlik 100 % dan kam bo‘lganligi sababli, 100 % ga R_1 nuqtasida erishiladi. Demak, R_1 nuqta monoxromatik rang manbayiga to‘g‘ri keladi.

Asosiy bo‘lmagan ranglarda ham xuddi shunday ahvol. Masalan, 100 % to‘yingan atlas rang O_1 nuqtada joylashgan. Hamma

monoxromatik R101,... 100 % li nuqtalar birlashtirilsa sidirg‘a egri chiziq hosil bo‘ladi va u hudud (lokus) deb ataladi. Bu chiziq bo‘ylab 100 % to‘yingan ranglar joylashtirilgan bu spektral chiziq bo‘lib, u uchburchakka nisbatan joylashtirilgan (7.3-rasm).



7.3-rasm. Rangli uchburchakning hudud (lokus) ichida joylashishi.

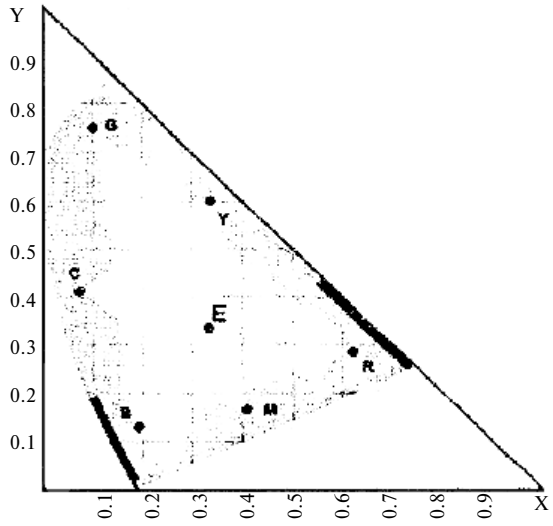
1931-yili yoritilganliklarni aniqlash bo‘yicha xalqaro komissiya (YXK) yangi XYZ kolorimetrik tizimni qabul qildi. Bu tizimda teng tomonli rangli uchburchak olingan (7.3-rasm).

Bu uchburchakning cho‘qqilarida taxminiy (noreal) XYZ ranglar joylashgan, ularni tegishli qiymatlarda qo‘shish orqali xohlagan to‘yinganlikka ega real ranglarni olish mumkin.

Binafsha chizig‘i bilan hamma real ranglarni o‘z ichiga oluvchi xudud XYZ uchburchagi ichida joylashgan. Bu asosiy kolorimetrik tenglama:

$$F = x'X + y'Y + z'Z. \qquad (7.2)$$

Uning tashkil qiluvchilari x′X, y′Y va z′Z lar hamma real ranglar uchun faqat manfiy ishoradir.



7.4-rasm. XYZ tizimi rangli uchburchagida E energiyali oq rangning joylashishi.

7.2. Oq-qora televideniyening rangli televideniye tizimi bilan moslashtirish shartlari

Televideniyeda ranglar to‘g‘risidagi to‘liq axborot uchta bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan signallarni uzatish orqali amalga oshiriladi, xususan, bular qabulqilgichning U_R, U_G, va U_B signallari yoki ravshanlik, ranglilik signallarini aniqlaydigan signallardir. Oq-qora televideniyening rangli televideniye tizimi bilan moslashtirish asosiy masala hisoblanadi.

Tizimlarni o‘zaro moslashtirish texnik iqtisodiy sharoitga bog‘liq holda amalga oshiriladi va quyidagilarni bildiradi:

1) Oq-qora televizorlarda rangli tasvirlarni normal qabul qilish imkoniyatlari (to‘g‘ri moslashtirilganlik);

2) Rangli televizorlarda oq-qora tasvirlarni normal qabul qilish imkoniyatlari (teskari moslashtirilganlik);

3) Oq-qora televideniyedagi chastota kengligida rangli televideniye signallarini uzatish imkoniyati (professional moslash-tirilganlik).

Ko‘rinib turibdiki, moslashtirilgan rangli televizion tizimida shunday signalga ega bo‘lish kerakki, u normal oq-qora tasvirni uzatilayotgan rangli obyektning yorug‘lik gradatsiyasiga mutanosib ravishda to‘g‘ri yaratishi kerak. U *ravshanlik signali* deb nomlanadi va U_Y deb belgilanadi, chunki YXQ tizimida Y koordinatasi ravshanlikni uzatadi.

Dastlabki vaqtda ravshanlik signali sifatida asosiy yashil rang U_G ishlatilgan, keyinchalik esa yashil signaliga qolgan signallarning yuqori chastota aralashmalari qo‘shilgan U_G+U_Y, keyinchalik uch asosiy rang signallarini teng nisbatda qo‘shilgan va ravshanlik signalining quyidagi ifodasi hosil bo‘lgan:

$$U_Y = \frac{1}{3}U_R + \frac{1}{3}U_G + \frac{1}{3}U_B. \qquad (7.3)$$

Nihoyat qabul qilish elektron nurli asbobning xususiyatini hisobga olgan holda, dastlabki tasvirning ravshanlik gradatsiyasini aniq uzatuvchi signal hosil etilgan. Uning ifodasi quyidagicha:

$$U_Y = L_R U_R + L_G U_G + L_B U_B. \qquad (7.4)$$

Xususan, teng signalli oq rang uchun ravshanlik signali quyidagiga teng:

$$U_Y = 0{,}30U_R + 0{,}59U_G + 0{,}11U_B. \qquad (7.5)$$

7.3. Rang to‘g‘risidagi ma’lumotlarni uzatish xususiyatlari

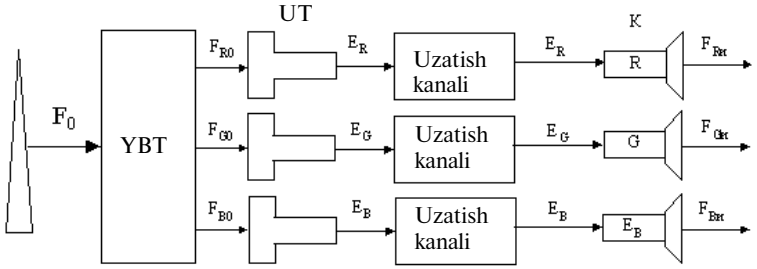
Ko‘z hissiyotini va televizorda ranglarni tiklash xususiyatini hisobga olganda, tasvirdagi ranglarni originalga teng deb hisoblash mumkin. Bundan kelib chiqadiki, tasvirdagi har bir unsurlarni ranggi, originaldagi o‘xshash unsurlarning ranglaridan farqi yo‘q. Mos bo‘lgan o‘xshash tasvir va original tasvirdagi unsurlar ravshanligining nisbati hamma uzatilayotgan ranglar uchun doimiydir:

$$X'_n = nx_0'; \; Y'_n = ny_0'; \; Z'_n = nz_0'. \qquad (7.6)$$

n—proporsionallik koeffitsiyenti.

Bu shartlarning bajarilishi, televizion traktidagi yorug‘likdan yorug‘likkacha bo‘lgan hamma zanjirlar orqali aniqlanadi. Uning struktura chizmasi 7.5-rasmda ko‘rsatilgan.

Televizion traktidagi uzatuvchi kamera ta’sir etayotgan yorug‘lik oqimi F_0 ni uchta asosiy E_R, E_G, E_B ranglarga aylantirib beradi, bundan tashqari, TV trakt kuchaytirilgan asosiy rang signallarini mos ravishda optik tizim yordamida ko‘p rangli tasvirlarga aylantiruvchi F_{Ri}, F_{Gi}, F_{Bi}, yorug‘lik oqimlariga o‘zgartiradigan uch asosiy rang va uch kineskopning uzatish kanalidan tashkil topgan. Ular kuchaytirilgan asosiy ranglarni yorug‘lik oqimiga aylantiradi va optik tizimi yordamida bitta ko‘p rangli tasvirni hosil etadi.



7.5-rasm. RT yorug‘likdan yorug‘likkacha traktining tuzilish sxemasi.

Uzatuvchi kamera yorug‘likni ajratish tizimidan tashkil topgan. U yorug‘lik oqimini (F_0) uchta tashkil etuvchi qizil F_{R0}, yashil F_{G0}, ko‘k F_{B0} ranglarga ajratadi, ular uzatuvchi elektron nurli asbobning fotosezgirli yuzasida uchta asosiy ranglardan iborat optik tasvirni hosil etadi.

Shunday qilib, televizion kamera yoki boshqa rangli TV datchiklari tasvirning alohida elementlarini tahlil qilishdan tashqari, elementar nurlanishlarni uch komponentli tahlil ham qiladi, uzatilayotgan har bir unsurlarni E_R, E_G, E_B elektr signallariga aks ettiradi. Bunda har bir element nurlar oqimining sifati va miqdori haqidagi tavsifi bo‘lishi kerak.

TV kamerani chiqishida elektr signallar, ranglar to‘g‘risidagi aniq ma’lumotni tashkil etish uchun tanlangan kolorimetrik

tizimida, signallar miqdori va ranglarni nurlanishini koordinatalari orasida to‘g‘ri proporsionallikni ta’minlash lozim.

Unda RGB tizimida asosiy rang signallarining miqdori quyidagilarga teng bo‘ladi:

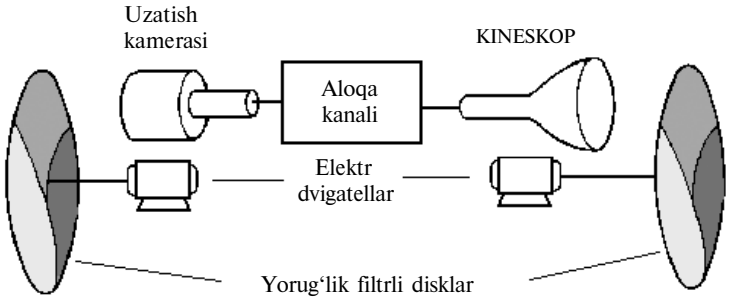
$$\begin{aligned} E_R &= K_1 R; \\ E_G &= K_2 G; \\ E_B &= K_3 B. \end{aligned} \qquad (7.7)$$

Bu yerda: r, g, b – asosiy ranglar moduli, K_1, K_2, K_3 – doimiy koeffitsiyentlar.

7.4. Rangli TV signallarini ketma-ket va bir vaqtda uzatish

Rangli TV tizimi ranglarni uzatish va ko‘rsatish prinsipi bo‘yicha 2 sinfga bo‘linadi: ketma-ket (navbat bo‘yicha) va bir vaqtda.

Ketma-ket uzatuvchi tizimlar. 7.6-rasmda ko‘rsatilgan bunday tizimlarning ishlash prinsipi ranglilik, kadr va satr signallari yoki elementlarini ketma-ket uzatishga asoslanadi.



7.6-rasm. RTV tizimining ketma-ket uzatish sxemasi.

Tashqi ko‘rinishidan oq-qora tizimdan uzatuvchi va qabul qiluvchi tomonlarida rangli filtrlardan iborat disklarning mavjudligi bilan farq qiladi. Uch rangdagi yorug‘lik filtrli disklarning aylanishi bilan tasvir alohida ketma-ket qizil, ko‘k va yashil ranglari signallariga aylantiriladi, qabul qilish qismida esa yana xuddi shu kabi diskdan

o‘tadi. Disklarning sinfazali aylanishi hisobiga kuzatuvchi uch xil rangni ko‘radi va ko‘rishning inersion xususiyati tufayli haqiqiy rangli tasvir to‘g‘risida taassurot paydo bo‘ladi. Kadr vaqtida bo‘ladigan uzilishlarni oldini olish uchun ushbu uchchala tasvir rangi signallarini almashinishini kadrning almashinish vaqtiga to‘g‘rilash kerak bo‘ladi, ya’ni yoyish chastotasi va signalning spektr kengligini 3 marta oshirish talab qilinadi.

Kamchiligi:

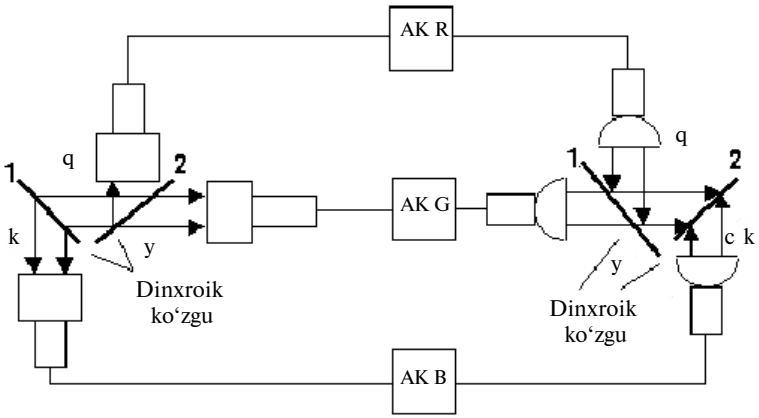
– oq-qora TV tarqatish tizimi bilan yoyish parametrlarining va signal spektr kengligining har xilligi tufayli moslashtirish qiyinligidir;

– tasvirdagi obyektlarning birdan tez harakati tufayli ranglarning ustma-ust tushib qolishi ro‘y beradi, ya’ni tasvirdagi uch asosiy ranglarning bir-biriga yaxshi kirishmasligi sodir bo‘ladi;

– yorug‘lik filtrli disklarning qo‘llanilishi kineskop ekranining o‘lchamlarini chegaralaydi;

– ketma-ket usulining asosiy yutug‘i uning yopiq amaliy TV tizimlarida keng qo‘llanilishiga olib kelgan uzatuvchi va qabul qiluvchi oxirgi qurilmalarining soddaligidadir.

Bir vaqtda uzatuvchi tizim. Umumiy holda bu tizimni 7.7-rasmda ko‘rsatilganidek, uch standartli oq-qora TV tizimlarni mexanik ulash yo‘li bilan yaratish mumkin.



7.7-rasm. RT ning bir vaqtda uzatish tizimining sxemasi.

Yorug‘lik oqimini *3* tashkil etuvchilarga yoyish dixroik ko‘zguli yorug‘lik filtrlarini o‘z ichiga olgan maxsus rang bo‘lgich tizimlarida amalga oshiriladi, dixroik ko‘zgu spektrning bir qismini akslantiradi, qolganini deyarli yo‘qotishlarsiz o‘tkazib yuboradi.

Dixroik ko‘zgu 1 “ko‘k” trubkaga yorug‘lik oqimining “ko‘k” qismini akslantiradi va nurlanishning qolgan qismini o‘tkazib yuboradi. 2-ko‘zgu qizil tashkil etuvchisini akslantiradi va “yashil” trubkaga “yashil” qismini akslantiradi. Keyin *3* trubkalardan qabul qilingan videosignal *3* aloqa kanali (AK) bo‘yicha qabul qiluvchi qurilmaga uzatiladi, bu yerda *3* rang bo‘lgichdagi tasvirlar dixroik ko‘zgular yordamida jamlanib, bir ko‘rinishga keltiriladi.

Asosiy ranglarni uzatish va ko‘rsatishning ushbu usuli uzatuvchi, qabul qiluvchi trubkalardagi hosil bo‘ladigan rastrlarning optik va elektr jihatidan aniq qo‘shilishini talab qiladi, bir-biri bilan qo‘shilishidagi buzilishlar tasvir aniqligini yo‘qolishiga, rangli buzilishlar hosil bo‘lishiga olib keladi.

7.5. Ranglar farqi signallari va ularni shakllantirish

Monoxrom televizion tizim bilan rangli TV ni moslashtirish maqsadida monoxrom TV ekranida oq-qora tasvirni ko‘rsatilishini ta’minlovchi signalni uzatish kerak, bu signal *yorqinlik* yoki *ravshanlik signali* deb ataladi yoki ko‘rish egriligi xarakteristikasiga mos keluvchi yana bir luminoforli trubka qo‘yib, 4 signallarni bir vaqtda uzatish, yoki ularni asosiy rang signallarini kerakli nisbatlarda qo‘shish orqali sxemali usullarda shakllantirish kerak bo‘ladi. Amalga oshirilgan hisoblashlar shuni ko‘rsatdiki, RGB ranglari uchun asosiy ranglarning tarkibi bo‘yicha ravshanlik signalidagi nisbati quyidagicha ifodalanadi:

$$E_Y = 0{,}30E_R + 0{<}59E_G + 0{,}11E_B. \qquad (7.8)$$

Bunday signalni hosil qilish uchun matritsa qurilmasidan foydalaniladi.

Ravshanlik signalining mavjudligida aloqa kanali bo‘yicha uch asosiy rang signallarini uzatish shart emas. Ulardan ikkitasining uzatilishi yetarli, uchinchisi esa dekodlovchi matritsada ularni ravshanlik signalidan ayirib olish mumkin.

Bundan tashqari, ravshanlik signali uzatilayotgan tasvir elementlari ravshanligining nisbatlari to‘g‘risida to‘liq ma’lumot tashiydi, shuning uchun uni asosiy rang signallaridan olib tashlash mumkin, ya’ni aloqa kanali bo‘yicha E_Y, E_{B-Y} va E_{R-Y} signallarini uzatish mumkin. Bu yerdagi ikki E_{B-Y} va E_{R-Y} signallar ranglar farqi signallari nomini oldi.

Ranglar farqi signallarini uzatishning afzalliklari quyidagilardir:

1. Ranglar farqi signallaridan ravshanlik to‘g‘risidagi ma’lumot ortiqchaligi qisman bartaraf qilingan, ularning amplitudalari oq, kulrang detallarni uzatishda nolga teng va xira ko‘rinuvchan detallarda kichik qiymatga egadir.

2. Ranglar farqi signallari qabulqilgichning dekodlash qurilmalarining qurilishini osonlashtiradi, bunda asosiy rang signallari ravshanlik signaliga ranglar farqi signallarini oddiy qo‘shish yo‘li bilan shakllantiriladi:

$$E'_R = E_{R-Y} + E'_Y;$$
$$E'_G = E_{G-Y} + E'_Y; \qquad (7.9)$$
$$E'_B = E_{B-Y} + E'_Y.$$

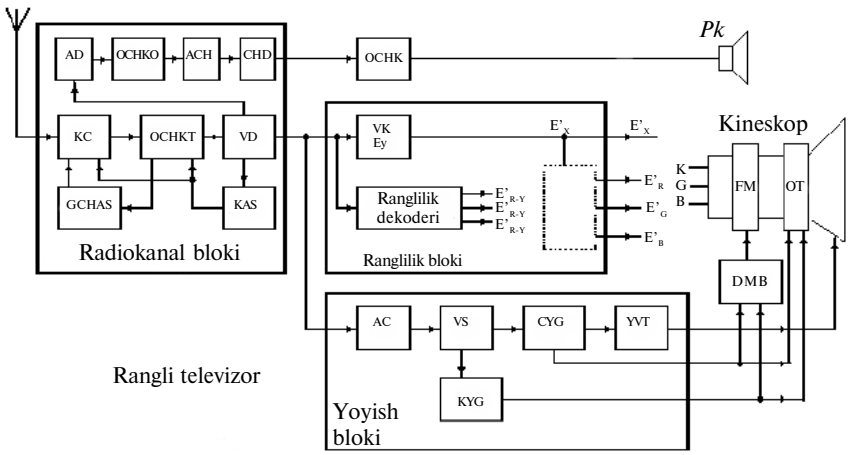
Qabul qilish qurilmasida uchinchi ranglar farqi signalini birinchi ikki signal bilan quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$E'_{G-Y} = -0{,}51E_{R-Y} - 0{,}19E_{B-Y}. \qquad (7.10)$$

7.6. Rangli TV qabulqilgichlarning tuzilishi

Rangli TV qabulqilgichning tuzilish sxemasi 7.8-rasmda keltirilgan.

Rangli TV qabulqilgichlarning tuzilishi oq-qora TV qabulqilgichlarining tuzilishidan jiddiy farq qilmaydi. Rangli televizor rangli TV signallar bo‘lganligi uchun ranglar farqi signallarini shakllantirish uchun ranglilik bloki, shuningdek, matritsa



7.8-rasm. Rangli TV qabulqilgichning tuzilish sxemasi.

qurilmasiga ega. Bunda asosiy rang signallarining yoyish jarayonlarini moslashtirish va boshqarish uchun dinamik ma’lumotlash bloki (DMB) va g‘altakli ma’lumotlash (G‘M) bloklari sxemaga kiritilgan.

Hozirgi vaqtda barcha TV qabulqilgichlar tasvir tashuvchisini bir marta o‘zgartiruvchi va ovoz tashuvchisini ikki martalik o‘zgartiruvchi supergeterodinli sxema bo‘yicha quriladi. Yuqorida ta’kidlanganidek, oq-qora va rangli TV qabulqilgichlarining sxemalari bir-biridan ranglilik signallarini shakllantirish, nurlarni ma’lumotlash qurilmalari va radiotraktiga qo‘yiladigan yuqori talablari bilan farqlanadi.

Rangli TV qabulqilgichning tuzilishini ko‘rib chiqamiz. Antennadan qabul qilingan radiosignal YCHK, aralashtirgich (Ar) va geterodindan (G) iborat kanallar selektoriga KS kelib tushadi. Har xil kanallardagi radiosignallarni qabul qilish uchun bu tugunning tebranish konturlari diapazon ichida varikaplar yordamida sozlanadi. Varikaplar dasturlarni tanlash va geterodin chastotasini avtomatik sozlanishini ta’minlaydi. YCHK da joriy kuchaytirish amalga oshiriladi. Uning shovqin parametrlari ko‘p jihatdan qabulqilgichning sezgirligini aniqlaydi, shuning uchun unga qattiq talablar qo‘yiladi.

Aralashtirgich va geterodin tasvir va ovoz tashuvchilarini mos holda oraliq chastotalarga o‘zgartirish uchun xizmat qiladi, bunda tasvir uchun oraliq chastota $f_{OCHT}=f_G - f_{TT}=38$ МГЦ, ovoz uchun oraliq chastota $f_{OCHO}=f_G - f_{TO}=31{,}5$ МГЦ. O‘zgartirilgan signallar umumiy OCHKT keladi, bu yerda tasvir signalini asosiy kuchaytirish amalga oshiriladi va qabulqilgichning CHT shakllanadi, qo‘shni kanal bo‘yicha tanlovchanlik ta’minlanadi.

7.7. Telemarkazning tuzilishi

Telemarkaz (TM) dasturlarni yaratish va TV tarqatishni o‘tkazish uchun mo‘ljallangan radiotexnik vositalar, xonalar va xizmatlar majmuasidir. Vazifasiga qarab telemarkazlar dasturlar tayyorlash va retranslatsiya turlariga bo‘linadi.

Dasturlarni tayyorlash TM o‘zining xususiy studiya va boshqa dastur manbalariga ega bo‘lib, o‘zining tarmog‘ida yoki boshqa TM ga, boshqa TM dan dasturlarni translatsiya qilish, dasturlarni magnitli lenta yoki kinoplyonkaga yozish yo‘li bilan konservatsiyalash, TV filmlarni uzatish xususiy dasturlarini yaratish va uzatish uchun mo‘ljallangan.

TM ning asosiy mahsuloti to‘liq televizion signali hisoblanadi. Retranslatsiya TM lari sun’iy yo‘ldosh, RRL yoki kabelli aloqa liniyalari bo‘yicha dasturlarni retranslatsiyasini amalga oshiradi. TM ning umumlashtirilgan tuzilish sxemasi 7.9-rasmda ko‘rsatilgan.

Ixtiyoriy telemarkazning asosiy bo‘g‘ini markaziy apparat xonasi (MAX) hisoblanadi, bu yerda dasturlarni tayyorlash uchun zarur bo‘lgan signallarning barcha ichki kommutatsiyasi va dasturlarni efirga yoki kabel, RRL va sun’iy yo‘ldosh bo‘yicha shaharlararo almashinuvli uzatishni ta’minlash uchun tashqi kommutatsiyasi amalga oshiriladi.

Apparat-studiyalar bloki (ASB) – TM ning uzatishni amalga oshiradigan eng asosiy texnologik bo‘g‘inidir. Bu yerga rejissorlik va texnik apparat studiyalari kiradi. ASB studiyalari mos holda kamera kanaliga ega TV kameralar, videonazorat qurilmalari (VNQ), ovozli, yoritkichli va boshqa qurilmalar bilan jihozlangan.

U yerga maxsus dekoratsiya bilan shakllantirilgan sahna maydonlari joylashtiriladi.

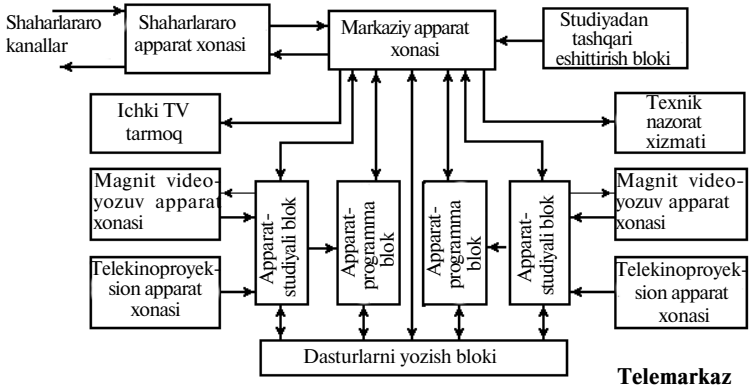
Studiyalar vazifasi bo‘yicha quyidagilarga bo‘linadi:

– katta – 600–1000 m² maydonli, 5–6 TV kameralari bilan;

– o‘rta – 300–400 m² 4–5 TV kameralar bilan;

– kichik – 50–150 m² 2–3 kameralar bilan;

–maketli-diktorlik va diktorlik – 1–2 kamera bilan.



7.9-rasm. Telemarkazning umumlashtirilgan tuzilishi.

Rejissorlik va texnik apparat xonalarida boshqarish, nazorat sinxronlash – video va ovoz rejissorining pultlari mavjud. Alohida kameralardagi signallardan tashqari MAX dan bir qancha TV signallar manbalarini olib kelish mumkin. Signallar yana telekinoproyeksion va magnit yozuvi apparat xonalaridan olinishi mumkin. Telekinoproyeksion apparat xonasida kino, dia va epiproyektorlari, videomagnitofonlar joylashgan, videomagnitofonlar alohida dasturlarni yozish blokiga ajratilgan. ASB dasturlarining bir qismi yozish bo‘limiga o‘tkaziladi.

Apparat-programmali blok oldindan tayyorlangan dasturlar asosida yangi dasturlarni shakllantirish va translatsiya qilish uchun mo‘ljallangan. APB ham xuddi ASB singari jihozlangan.

Studiyadan tashqari eshittirish blokining tarkibida ko‘chma TV stansiyalar harakatdagi videoyozish stansiyalari kabi jihozlar

mavjud. Bundan tashqari, TM da ta'mirlash, film va fonoteka, ko'rish va repetitsiya zallari, grimyor, artistlik, badiiy dekoratsiya mahsulotlari, elektr sexi kabi yordamchi xizmat xonalari mavjud.

Nazorat savollari

1. Televideniyeda rangli signallarni uzatish ahamiyatini tushuntiring.
2. Rangli televideniyeda kolorimetriya nima bilan shug'ullanadi?
3. Rang signallarining to'lqin uzunliklari qaysi diapazonga kiradi?
4. Asosiy ranglar deganda nimani tushunasiz?
5. Rangli TV da moslashtirish tushunchasi nimani anglatadi?
6. Rangli TV signallar necha xil usullarda uzatiladi?
7. Ranglar farqi signallarining afzalliklarini gapirib bering?
8. Rangli TV qabulqilgichning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
9. Televizion markazning tuzilishi haqida gapirib bering.

8-bob. RAQAMLI TELEVIDENIYE ASOSLARI

8.1. Raqamli televideniyening asosiy tamoyillari

Ko'p yillar davomida televideniye analog ko'rinishida yuksalib bordi, bu sohada ko'p ilmiy izlanishlar amalga oshirildi, optik tasvirlarni elektr signallariga aylantirish va uzatish muammolari hal qilindi, analog TV uzatish tizimlarining standartlari yaratildi, tasvir sifatini va aniqligini oshirishning samarali usullari ixtiro qilindi va tadbiq etildi, televizion ko'rsatuv va dasturlarni uzoq joylarga buzilishlarsiz uzatish, qabul qilish vazifasi uddalandi. Ammo o'tgan asrning 80-yillariga kelib mutaxassislar analog uslubdagi televideniyening yuksalish imkoniyatlari cheklanganligiga, televideniyening hali foydalanilmagan imkoniyatlari ko'pligiga, bularni analog TV tizim bilan amalga oshirib bo'lmasligiga iqror bo'ldilar.

Analog signalning eng asosiy cheklovchi ko'rsatkichlaridan biri – uning tashqi xalaqitlardan yomon muhofaza qilinganligi natijasida televizion traktdagi ko'p sonli qurilmalarning har birida shovqin va boshqa xalaqitlar unga kuchli ta'sir ko'rsatishidir. Hozirgi zamon

keng tarqatuvchi TV tizim juda ko'p signallarni o'zgartirish, qayta ishlash va uzatish qurilmalari zanjirlaridan iborat, ularning soni televideniye tizimining yuksalishi sayin ko'payib bormoqda. Bunday tizimlarda asosiy masala xalaqitlardan muhofaza qilishning samarali usullarini yuzaga chiqarishdir.

Telekommunikatsiya sohasida ma'lum raqamli usullarning qo'llanilishi TV signallarini shakllantirish va uzatishda xalaqitlar tufayli yuzaga kelgan buzilishlarni kamaytirish, shuningdek, boshqa qator masalalarni yechishda anchagina samarali natijalarni berdi. Shu sababli oxirgi yillarda asosiy e'tibor raqamli televideniyega qaratilmoqda. Raqamli televideniye televizion texnikaning bir yo'nalishi bo'lib, unda TV signalga ishlov berish, konservatsiya va uzatish uni raqamli shaklga aylantirish orqali amalga oshiriladi.

Raqamli TV tizimini ikki guruhga ajratish mumkin. Birinchi guruh tizimlarida butunlay raqamli traktlar va qurilmalar ishlatiladi, uzatilayotgan tasvirni raqamli signalga o'zgartirish va qabul qilish ekranida raqamli signalni yana tasvirga aylantirish bevosita yorug'lik- signal va signal-yorug'lik o'zgartirgichlarida amalga oshiriladi. Tasvirni uzatish traktining barcha bo'g'inlarida axborot raqamli shaklda beriladi. Kelajakda mana shunday o'zgartirgichlar yaratilishi mumkin, lekin hozirgi vaqtda bunday qurilmalar mavjud emas, shuning uchun raqamli TV ning ikkinchi guruh tizimlarini o'rganish maqsadga muvofiqdir.

Bunda datchiklardan olingan analog TV signalni raqamli shaklga aylantirish, so'ng kerakli ishlov berish, uzatish yoki konservatsiyalash bajariladi. TV tasvirni tiklash uchun uni yana analog shakliga aylantiriladi. Bu tizimda mavjud analog TV signal datchiklari va televizion qabulqilgichlarda signal-yorug'lik aylantirgichlari ishlatiladi.

Bunday tizimlarda raqamli televideniyening kirish traktiga analog TV signal keladi, so'ng u kodlanadi, ya'ni raqamli shaklga o'zgartiriladi. Aylantirish jarayoni diskretlash, kvantlash va to'g'ridan-to'g'ri kodlash operatsiyalarini o'z ichiga oladi.

Ko'p hollarda hamma keltirilgan operatsiyalar – diskretlash, kvantlash va kodlash qisqa ifodalash uchun televizion signalni kodlash deb ataladi. Bunga, albatta, ma'lum texnik asoslar mavjud, ya'ni bu operatsiyalarning hammasi analog signalini raqamga

aylantirgichda (ARA) bajariladi. ARA ning chiqishida esa signalning kod guruhi kombinatsiyalari hosil qilinadi. Raqamli signalni analog signalga aylantirish raqamli analog aylantirgichda (RAA) amalga oshiriladi. Bunday aylantirgichlar raqamli uzatish, saqlash va tasvirga ishlov berish tizimlarida albatta mavjud bo‘lgan funksional qurilmalardir.

Televideniyeda impuls-kodli modulatsiya (IKM) tadqiqoti XX asrning 30-yillarida boshlangan. Keng tarqatiluvchi televideniyeda esa, u yaqin yillardan beri qo‘llanilmoqda. Tasvirga eng yuksak ishlov berish va uni uzatish prinsipining bunchalik kechikib qo‘llanishiga asosiy sabab, oxirgi paytlarda analog signalni raqamli signalga aylantiruvchi, uni uzatuvchi va raqamli signallarni analog signallarga aylantiruvchi qurilmalarning ishlash tezligiga qo‘yilgan juda yuqori talabdir.

Televizion signal bevosita IKM uslubi bilan kodlanganida, kod kombinatsiyalari chastotasi hisob chastotasiga, ya’ni f_d chastota diskretizatsiyasiga teng bo‘ladi. Har bir kod kombinatsiyasi aniq olingan raqamga taalluqli va bir necha k ikkilamchi simvollardan (bitlardan) iborat.

Raqamli axborotni uzatish tezligi deb, vaqt birligida ikkilik simvollarning uzatilishiga aytiladi. Tezlik birligi qilib, bit/s qabul qilingan. Shunday qilib, televizion signalni raqam shaklida uzatish tezligi diskretizatsiya chastotasi f_d ning va diskret hisobda olingan ikkilik simvollar sonining ko‘paytmasiga teng.

$$C = f_d \cdot k. \qquad (8.1)$$

8.2. Raqamli TV tizimining tuzilish sxemasi, uning qism va elementlarining vazifalari

Raqamli signalga aylantirilishi kerak bo‘lgan analog signal raqamli TV tizimining kirishiga tushadi. Bu signalga keyingi raqamli aylantiruvchi qurilmalarda ishni osonlashtirish uchun dastavval ishlov beriladi. Masalan, to‘liq rangli signalni alohida raqamli signallarga aylantirish bajarilishini ta’minlash uchun signalga ishlov beruvchi dastlabki qurilmada to‘liq rangli signal yorug‘lik va ayirma rang signallariga ajratiladi.

Chiqishda tasvir sifatini subyektiv yaxshilash maqsadida, analog signalga avvaldan bir qancha buzilish kiritilishi mumkin. Signalga dastlabki ishlov berishni raqamli bajarish mumkin bo‘lganda ham, elektron texnikaning bugungi kun yuksalishida ularni analog shaklida bajarish ma’qulroq. So‘ng aylantirishga tayyorlangan analog signal ARA ga keladi. U yerda diskretlanadi, kvantlanadi va dastlabki kodlash bajariladi (masalan, IKM uslubida). Bunday signalda, yuqorida aytilganidek ortiqcha axborot mavjud, shu sababli, uni raqamli ishlov berish blokida qo‘shimcha, yana ham foydali kod bilan kodlash ma’qul. So‘ng signal kanalining kodlovchi qurilmasiga tushadi. Bu yerda kanal deb aloqa yo‘li, TV signalni konservatsiya qiluvchi, TV signalni tekislovchi qurilma va signalga boshqa ishlov beruvchi zanjirlar tushuniladi. Kanalning kodlovchi qurilmasi raqamli TV signalning kanalida mavjud maxsus xalaqitlardan himoya qilish uchun mo‘ljallangan.

Oxirida raqamli shakldagi signal chiqish aylantirgichiga (masalan, uzatuvchi qurilma modulatoriga) va so‘ng kanalga tushadi.

Qabul qiluvchi qurilma orqali olingan signal demodulatsiyalanadi, kanalning dekodlovchi qurilmasida teskarisiga aylantiriladi va raqamli signalni dekodlovchi qurilmaning raqamli ishlov beruvchi blokiga o‘tadi. Unda uzatuvchi tomonida signaldan olib tashlangan ortiqcha axborot qayta tiklanadi, so‘ng raqamli signalni analog signalga aylantirgichida (RAA) analog signaliga aylantiriladi.

Agar uzatuvchi tomonda analog ko‘rinishdagi signalga avvaldan buzilish kiritilgan bo‘lsa, qabul qiluvchi tomonida uning qayta teskari amali bajariladi, ya’ni signaldagi buzilishlar olib tashlanadi.

Nazorat savollari

1. Raqamli televideniyening imkoniyatlari nimalardan iborat?
2. Analog TV tizimining asosiy kamchiliklari haqida gapirib bering.
3. Raqamli TV tizimining tuzilishini tushuntiring.

XULOSA

Axborot texnologiya va telekommunikatsiya sohasini tezkorlik bilan rivojlanib borishi ushbu soha mutaxassislaridan katta mas'uliyatni, ya'ni bu rivojlanish jarayonidagi yangiliklardan o'z vaqtida xabardor bo'lishlarini, sohaning yangi qirralarini o'rganishlarini talab qiladi. Shunday ekan, mavjud o'quv rejasiga binoan, mualliflar tomonidan dastur asosida tayyorlangan «Radioaloqa, radioeshittirish va televideniye» fanidan o'quv qo'llanmasi aloqa kasb-hunar kollejlariga mo'ljallangan va bunda eng asosiy maqsad o'quv ta'limini davlat tilidagi adabiyotlar bilan ta'minlash va ularni ushbu sohadagi yangi tushunchalar bilan tanishtirish orqali boshlang'ich bilimlarni shakllantirishdir.

O'quv qo'llanmada keltirilgan nazariy bilimlarni to'liq o'rganish amaliyot darslari bilan birgalikda olib borilishi, ayniqsa, real laboratoriya stendlarida qurilma va tugunlarining ishlashini o'rganish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

O'zbekiston Aloqa va Axborotlashtirish agentligi korxonalariga va so'nggi yillarda faoliyat ko'rsatayotgan xususiy teleradio korxonalarida amaliyot davrida ushbu jihoz va qurilmalarni ishlatish bo'yicha olingan nazariy bilimlar albatta o'zining ijobiy natijasini beradi. Mazkur korxonalarda judayam zamonaviy RA, RE va TV jihozlari turlarining ishlatilayotganligi, ularni bevosita boshqarish EHM orqali olib borilayotgan bir davrda o'quvchilarni mazkur jihozlarda ishlash jarayonini chuqur egallashliklari, bilim doiralarini oshirishlari dolzarb bo'lib qoladi. Mavjud yo'nalishda olib borilayotgan izlanishlar natijasi o'laroq, kelajakda yana yangi o'quv qo'llanmalar yaratishni taqozo qiladi.

O'quvchilar har bir bob oxirida berilgan nazorat savollari orqali o'z bilimlarini tekshirib borishlari hamda chuqurroq tasavvur etish uchun ushbu yo'nalishdagi boshqa manbalardan olgan bilimlarini qiyoslashlari mumkin bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *Aripov A.N., Iminov T.K.* O'zbekiston axborot kommunikatsiya texnologiyalari sohasi menejmenti masalalari. T., «Fan va texnologiyalar», 2005.

2. *Zuparov M.Z., Katunin G.P.* Elektroakustika. O'quv qo'llanma. Prof. Katunin G.P tahriri ostida. T., TATU, 2005.

3. *Катунин Г.П., Крук Б.И., Мамчев Г.В* и др. Телекоммуникационные сети и системы. Учебное пособие. Горячая линия. Том 2, часть 1. Радиосвязь и радиовещание. Под ред. проф. Крук Б.И, 2005.

4. Телевидение. Учебник. Под ред. проф. В.Е.Джаконии. М., Радио и связь, 2000.

5. *Zuparov M.* Radioeshittirish. T., 2004.

6. *Смирнов А.В., Пескин А.Е.* Цифровое телевидение. От теории к практике. М., 2005.

MUNDARIJA

So‘zboshi....3

1-bob. Radioaloqa prinsiplari

1.1. Elektromagnit to‘lqinlari haqida ma’lumot 5
1.2. Radioaloqani tashkil etishning umumiy prinsiplari 8
1.3. Radioto‘lqinlarning tarqalish xususiyatlari 10

2-bob. Radioaloqaning uzatish va qabul qilish qurilmalari

2.1. Radiouzatish qurilmalari 18
2.2. Radioqabulqilish qurilmalari 40

3-bob. Radioeshittirish

3.1. Tovush eshittirish tizimi. Ba’zi ta’riflar 53
3.2. Tovush eshittirishni shakllantirish 54
3.3. Tovush eshittirish tizimining tuzilishi 55
3.4. Tovush eshittirish elektr kanali. Asosiy ta’riflar 57
3.5. Tovush eshittirish kanallari va traktlarining sifat ko‘rsatkichlarini me’yorlash tamoyillari 59
3.6. Tovush eshittirish kanallari va traktlarining tuzilishi....60
3.7. Dasturlarni birlamchi taqsimlash trakti. Traktning tuzilishi....63
3.8. Tovush eshittirish signallarini sun’iy yo‘ldosh aloqa tizimi orqali uzatish 66
3.9. Radioeshittirishda ovoz yozish....68

4-bob. Tovush signallarini qayta ishlash

4.1. Tovush eshittirish signallarini qayta ishlash masalalari va usullari....87
4.2. Signallarni qayta ishlash qurilmalarining klassifikatsiyalari....89
4.3. Miksher pultlari, sath qo‘l rostlagichlari. Aralashtirgichlar, baza va yo‘nalish rostlagichlari 93
4.4. Avtomatik sath rostlagichlar 99
4.5. Shovqin so‘ndiruvchi qurilmalar 101
4.6. Sath o‘lchagichlar, ularning vazifalari 104
4.7. I va II turdagi sath o‘lchagichlar 105
4.8. Stereokorrelometr va sterogoniometrlar 106

5-bob. Tovush eshittirishda o‘lchash va nazorat

5.1. Texnik nazorat turlari 108
5.2. Traktning asosiy parametrlarini o‘lchash usuli 109
5.3. Masofadan o‘lchash 110
5.4. Tovush eshittirishda avtomatik nazorat 111

6-bob. Televideniye asoslari

6.1. Televideniyening asosiy prinsiplari 113
6.2. Insonning ko‘rish tizimi 117
6.3. Televizion signali, uning tarkibi va spektri 119
6.4. Tasvirning optik tavsifnomalari va yorug‘lik-texnikaviy kattaliklar....122
6.5. Optik tasvirni elektr signaliga aylantiruvchi qurilmalar....127
6.6. Tasvirni yoyuvchi qurilmalar 129
6.7. TV tizimlarda sinxrogenerator va sinxronlash 132
6.8. Oq-qora televideniyening TV qabulqilgichlari 134

7-bob. Rangli televideniye

7.1. Kolorimetriya asoslari 137
7.2. Oq-qora televideniyening rangli televideniye tizimi bilan moslashtirish shartlari 142
7.3. Rang to‘g‘risidagi ma’lumotlarni uzatish xususiyatlari 143
7.4. Rangli TV signallarini ketma-ket va bir vaqtda uzatish 145
7.5. Ranglar farqi signallari va ularni shakllantirish 147
7.6. Rangli TV qabulqilgichlarning tuzilishi 148
7.7. Telemarkazning tuzilishi....150

8-bob. Raqamli televideniye asoslari

8.1. Raqamli televideniyening asosiy tamoyillari 152
8.2. Raqamli TV tizimining tuzilish sxemasi, uning qism va elementlarining vazifalari 154
Xulosa 156
Foydalanilgan adabiyotlar 157

O‘quv qo‘llanma

Ergashbek Botirbekovich Mahmudov
Ma’sud Zuparovich Zuparov
Omonulla Abdullayevich Xolmatov

RADIOALOQA, RADIOESHITTIRISH VA TELEVIDENIYE

Kasb-hunar kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma

Muharrir *Ilhom Zoyir*
Musavvir *Nikolay Popov*
Badiiy muharrir *Anatoliy Bobrov*
Texnik muharrir *Tatyana Smirnova*
Musahhih *Dono To‘ychiyeva*
Kompyuterda sahifalovchi *Zilola Mannopova*

IB № 4481

Bosishga 15.06.07 y.da ruxsat etildi. Bichimi 60x90$^{1}/_{16}$. Tayms garniturasi. Ofset bosma. 10,0 shartli bosma toboq. 11,5 nashr tobog‘i. Jami 1925 nusxa. ... raqamli buyurtma. 16–2007 raqamli shartnoma. Bahosi shartnoma asosida.

O‘zbekiston Matbuot va axborot agentligining G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi. 100129, Toshkent, Navoiy ko‘chasi, 30.
100128, Toshkent, Usmon Yusupov ko‘chasi, 86.