

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI

O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

D. ESHMURODOV

**RADIO QABUL QILUVCHI VA RADIO
UZATUVCHI QURILMALAR**

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

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

Ushbu o‘quv qo‘llanma radio qabul qiluvchi va radio uzatuvchi qurilmalar to‘g‘risida ma’lumotlar, shuningdek, radiosignallar, modulatsiya turlari, kuchaytirgichlar va ularning turlari, iste’mol manbalari, generatorlar, raqamli texnikaning elementlari kabi bo‘limlardan iborat bo‘lib, radioelektronika sohasida qo‘llaniladigan radiotexnik jihozlar va ularning qurilishi hamda parametrlari va xarakteristikalarini keltirilgan.

Shuningdek, kuchaytirish, generatsiyalash, modulatsiyalash prinsiplari, detektorlash va manfiy teskari aloqa masalalari ko‘rib chiqilgan.

T a q r i z c h i l a r: **Y. G. SHIPULIN** — Toshkent davlat texnika universitetining «Boshqarishda axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, texnika fanlari doktori;
A. S. RASULOV — Jahon iqtisodiyoti va diplomatiya universitetining «Matematik modellashtirish va informatika» kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori.

KIRISH

Radioelektronika — fan va texnikaning radiochastotali elektromagnit tebranishlar va to‘lqinlardan foydalangan holda axborotlarni uzatish va o‘zgartirish bilan bog‘liq bo‘lgan sohalarning umumiy nomi. Ulardan asosiylari — radiotexnika va elektronika. Radioelektronika telegraf, telefon, fototelegraf aloqa, radioeshittirish, televideniye, radiolokatsiya, radioastronomiya, elektron avtomatika, hisoblash va boshqarish mashinalari, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish asoslari, tibbiyotda fizioterapiya va tashxis usullarini keng miqyosda qo‘llash, kosmik qurilmalar va boshqalarni o‘z ichiga oladi.

XX asr boshlarida radiolampalarning takomillashishi, triod lampasining yaratilishi elektr tebranishlarni hosil qiluvchi va kuchaytiruvchi radioelektron qurilmalar yaratish imkonini berdi. Keyinchalik elektr tebranishlarning chastota sohasi oshiriladigan ko‘p elektrodli — tetrod, pentod, geksod va geptod radiolampalari yaratildi. Vakuum texnikasining taraqqiyoti natijasida fotoelement yasaldi, uning yordamida esa ovoqli kino paydo bo‘ldi. O‘tgan asrning 50-yillariga kelib, yarimo‘tkazgichlar elektronikasi tez taraqqiy etishi bilan yarimo‘tkazgichli asboblardan — diod va triod (tranzistor)lar asosida ishlaydigan ixcham hamda qulay radioelektron qurilmalar yaratildi.

Texnika taraqqiyoti va kosmik fazoni zabt etish vazifalariga oid ehtiyojlarni qondirish uchun yangi mikrosxemalar yaratildi. Bunday aktiv elementlar — yarimo‘tkazgichli diod va tranzistorlar o‘ta mitti shaklda yasalib, passiv elementlar — rezistor (qarshilik) va kondensatorlar vakuumda yupqa metall pardalar hosil qilish usuli bilan tayyorlanadi va ular juda kichik sathda montaj qilinadi. Mikroelektronikada mikrosxema

elementlarining zichligi juda katta (1 sm^3 ga 300—400 detal to'g'ri keladi). Fanning turli sohalari asosida radioelektronikaning yangi tarmoqlari — kvant elektronika, optoelektronika, tranzistorlar elektronikasi, mikroelektronika, kriogen elektronikasi, dielektriklar elektronikasi va ionika vujudga keldi.

«Elektronika» vakuum, gaz, suyuqlik, qattiq jismlar va plazmada, shuningdek, ularning chegaralarida ro'y beradigan elektron jarayonlar haqidagi fan bo'lib, u texnikaning elektron asboblari ishlab chiqish va qo'llash bilan shug'ullandigan sohasi. «Radiotexnika» elektron asboblari yordamida elektr signallarni generatsiyalash, kuchaytirish, o'zgartirish, shakllantirish kabi murakkab masalalarni o'rganuvchi fan. Zamonaviy elektronika va radiotexnikaning asosini yarim-o'tkazgichlar elektronikasi va mikroelektronika tashkil etadi.

Yuqoridagi xususiyatlariga ko'ra, elektronika va radiotexnika fan va texnikaning barcha sohalarida keng qo'llanilib, yerning sun'iy yo'ldoshini uchirishda, kibernetik qurilmalar yaratishda, kosmik tadqiqotlar o'tkazishda, harbiy texnikada, ishlab chiqarish jarayonlarini va ilmiy tadqiqotlarni avtomatlashtirishda qo'llaniladigan bir necha radioelektron tizimlar yaratilmoqda.

Radioelektron tizimlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- yuqori sezgirlik;
- tezkorlik;
- universallik;
- ixchamligi va massasining yengil bo'lishi.

Turli xil kuchaytirgich sxemalar orqali texnik qurilmaning sezgirligi ta'minlansa, tezkorligi elektr tebranishlar tabiatiga ko'ra, ya'ni elementlar yoki butun qurilmalarni ixchamlashtirish hisobiga amalga oshiriladi. Universalligi deganda, turli xil energiya (masalan, mexanik, issiqlik, yorug'lik, tovush, nur)ni elektr energiyasiga aylantirish imkoniyati tushuniladi.

Zamonaviy elektron qurilmalar integral mikrosxemalar asosida yaratilmoqda. Bu esa ularning o'lchamlarini bir necha ($100 \div 1000$) barobar kichrayishiga, massasining esa kamayishiga olib keldi.

1885-yili radioning kashf etilishi elektronikaning yangi rivojlanish davrini boshlab berdi. Rus fizik olimi A.S. Popov elektromagnit to'lqinlar kukuni detektorini (kogerer)ni takomillashtirib, uning asosida elektr signallarini simsiz uzatadigan qabulqilgich, ya'ni radioaloqani yaratdi. Nemis fizigi G. Gers elektromagnit to'lqinlarni kashf etib, ularning xossalari tekshirdi. Natijada 1901-yilda Atlantika okeani orqali radioaloqa o'rnatildi.

Bugungi kunda O'zbekiston Respublikasining texnologik, iqtisodiy va informatsion xavfsizligini ta'minlashda, xalq xo'jaligining barcha sohalarida, harbiy sohalarda mahsulot yaratish va ishlab chiqarishda radioelektronika sanoati muhim rol o'ynamoqda.

**1-bob. RADIOELEKTRON QURILMALAR VA SXEMALAR
HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR**

1.1. Radioelektron tizimlar

Radioelektron tizimlar bajaradigan vazifasiga ko'ra, quyidagi turlarga bo'linadi:

- funksional murakkabligi;
- konstruktiv murakkabligi;
- tipi;
- fizik jarayonlarning kechishi;
- bajarayotgan vazifasi;
- ekspluatatsiya sharoiti va joylashuvi.

Funksional murakkabligi deganda qurilmalar, tizimlar va funksional tugunlar tushuniladi. Konstruktiv blok, shkaf, yacheyka ko'rinishida bo'ladi.

Tipi: analogli, raqamli va analog-raqamli. Analog qurilmalar (kuchaytirgich, generator, analog filtrlar, o'zgartirgichlar) signalning turli xarakteristikalarini, shakli, spektri va boshqalarga asoslangan.

Raqamli esa odatda ikkilik sanoq sistemasida 0 va 1 raqamlar ko'rinishida kodlashtirilgan signallarga asoslangan qurilmalar (trigger, schotchik, registr)dan iborat.

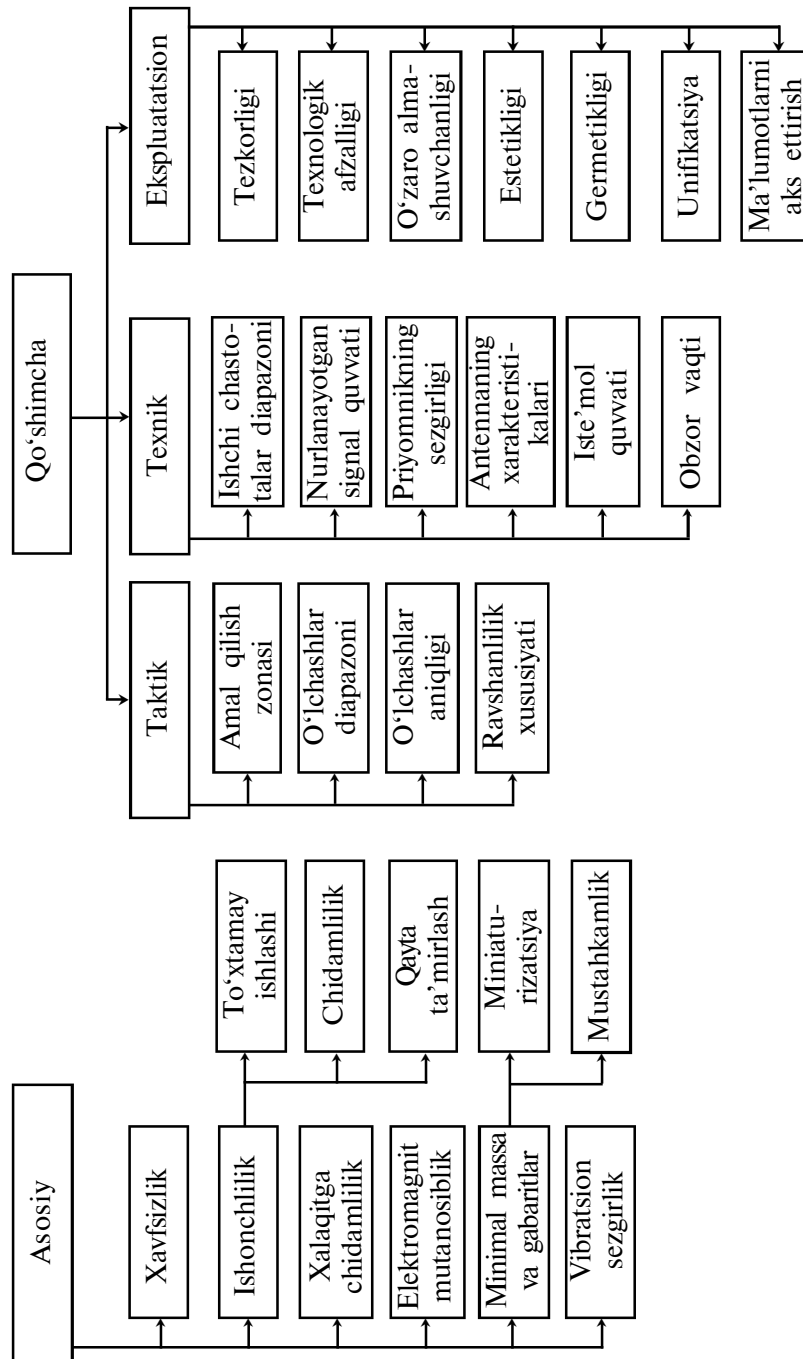
Analog-raqamli qurilmalar analog-kod, kod-analog ma'lumotlarni o'zgartirish uchun qo'llaniladi. Jarayonlarga radiotexnik, optik, akustik va murakkab jarayonlar kiradi.

Radioelektron tizimlar bajaradigan vazifasiga ko'ra, informatsion va energetik tizimlarga bo'linadi. Quyidagi jadvalda informatsion tizim va uning qo'llanish sohasiga doir ma'lumotlar keltirilgan.

Lazer nuri yordamida davolash, payvandlash, mikroto'lqinlar yordamida ovqat pishirish esa energetik radioelektron tizimlarga misol bo'la oladi.

Masala	Qo'llanish sohasi
Ma'lumotni tartib olish	Navigatsiya, lokatsiya, o'lchov texnikasi, ilmiy tadqiqotlar, tibbiy texnika, kriminalistika
Ma'lumotni ma'lum bir masofaga uzatish	Aloqa, televizion ko'rsatuvlar, radioeshittirish, telemetriya, turli xil tarmoqlarni qurish
Keraksiz radiosignallarni ajratish	Radioelektron himoya vositalari
Boshqarish tizimlari	Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, radioelektron avtomatika, telemexanika, masofadan turib boshqarish
Ma'lumotni qayta ishlash	Ma'lumotni bir turdan ikkinchi turga o'tkazish (analog-raqamli)
Signal shaklini o'zgartirish	Kuchaytirgichlar, attenyuatorlar, datchiklar, modulator, demodulatorlar
Signalni berilgan xarakteristikasi bo'yicha generatsiyalash	O'lchov texnikasi, musiqiy apparaturalar, tibbiy texnika, ilmiy tadqiqotlar
Identifikatsiya va autentifikatsiya	Havo kemasining javob qaytargich tizimlari, elektron kalit va imzo
Ma'lumotni yozib olish va qayta o'qish	Audiovidio magnitofonlar, raqamli fotografiya

Radioelektron tizimlar joylashishiga qarab, yerdagi, suvdagi, suvostidagi, havodagi, kosmik, yerostidagi hamda murakkab tizimlarga bo'linadi. 1.1-rasmda radioelektron tizimlarga qo'yiladigan umumiy talablar keltirilgan.



1.1-rasm. Radioelektron tizimlarga qo'yiladigan talablar.

1.2. Radiosignallar. Videosignallar

Dunyo xalqlari, insoniyat Yer yuzida paydo bo'lganidan boshlab, boshqa xalqlar turmush tarziga qiziqib kelgan, shuningdek, iqtisodiy, siyosiy, madaniy va ijtimoiy muammolar bo'yicha o'zaro xabar almashish yo'lga qo'yilgan. Bu xabarlar signallar yordamida amalga oshirilgan. Masalan, olov, tutun yoki do'mbira tovushi orqali xabar uzatishgan.

Signal deganda, axborot, ma'lumot va boshqalarni muayyan masofaga uzatish uchun ishlatiladigan shartli belgilar tushuniladi. Tabiatda xabar tashuvchi signallarning mexanik, issiqlik, yorug'lik (masalan, sftofor signali), elektr, elektromagnit, tovush va boshqa turlari mavjud.

Axborot eltuvchi signal to'rtta tarkibiy qismdan iborat:

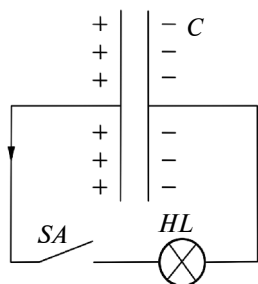
- signalning fizik vositasi (eltuvchisi),
- signalni ifodalash shakli (sintaksis);
- interpretatsiya mazmuni (semantika);
- signalga har xil ma'no berish qoidalari (pragmatika).

Hozirgi kunda xabar uzatish uchun elektromagnit to'lqinlardan, ya'ni radiosignallardan foydalaniladi. Radiosignallar fazoda to'g'ri chiziqli va o'zgarmas tezlik bilan tarqaladi. Radiosignal elektr toki yordamida hosil qilinadi.

Radiosignallar yuqori chastotali elektr signali bo'lib, tarkibida yuqori chastotali tashuvchi signal va past chastotali xabar signallari mavjud bo'ladi.

Ma'lumki, zaryadli zarrachalarning tartibli harakati *elektr toki* deb ataladi. Tartibli harakat vaqtida zarrachalar o'zlarining zaryadlarini tashib o'tadilar. Amalda elektr toki hosil qilish uchun elektronlarning harakati, ya'ni zaryad tashishi ishlatiladi.

Elektronlar havosiz joyda, gazli muhitda va qattiq jismlarda harakat qilishlari mumkin. Agar elektronlarning qattiq jismdagi harakatini qarasak, ularning bu harakati qattiq jismda elektr toki hosil qilishini aniqlaymiz. Elektr toki hosil qilinishi elektr signali hosil qilinishi demakdir. Elektr tok manbalari o'zgarmas va o'zgaruvchan tokli bo'lishi mumkin.



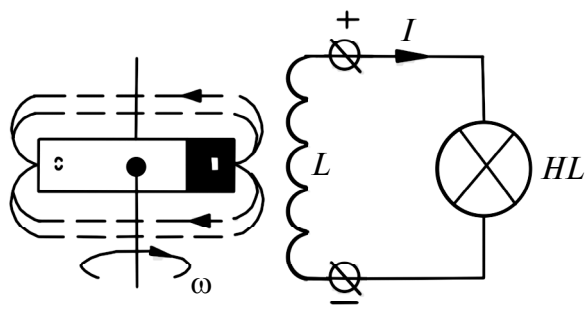
1.2-rasm. O'zgarmas tok manbai.

O'zgarmas tok manbai (1.2-rasm) batareya plastinkalaridan iborat bo'lib, ularda zaryadlar yig'ilgan bo'ladi. Ular harakatlanishi uchun berk zanjir hosil qilinadi. Buning uchun batareya plastinkalarini qandaydir yuklama (yorug'lik lampochkasi) orqali ulashimiz kerak. Elektr toki o'tishi natijasida lampochka yonadi. Bunday elektr tok manbai energiyasi tezda tugaydi.

Bizning hayot faoliyatimiz kecha-yu kunduz elektr toki manbayidan foydalanishni taqozo etadi. Shu sababdan, doimo elektr toki hosil qiladigan elektrostansiyalar ixtiro qilingan. Elektrostansiyalarda elektr toki generator deb atalgan qurilmalar yordamida ishlab chiqariladi. Uning ishlash negizi o'tkazgichdagi zaryadli zarrachalarning harakatiga asoslangan (1.3-rasm).

Chulg'amga magnit maydon ta'sir qilsa, undagi elektronlar chulg'amning bir uchiga yig'ilib qoladi. Agar chulg'am uchlarini lampochkaga ulasak, lampochka yonib-o'chadi, ya'ni elektr toki hosil bo'ladi.

Zaryad soniga qarab yorug'lik (ya'ni elektr toki) katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Yangidan tok hosil qilish uchun magnit maydon ta'sirini o'zgartirishimiz kerak. Buning uchun magnit maydoni aylantiriladi. Natijada chulg'amdagi zaryadlar



1.3-rasm. O'tkazgichdagi zaryadli zarralar harakati.

uning boshqa uchiga yig'iladi va yana lampochkaga ulasak, elektr toki o'tkazadi (lampochka yonadi), ya'ni lampochkadan teskari yo'nalishda elektr toki oqadi.

Lampochkadan elektr toki doimo o'tib turishi uchun magnit maydonini ω – burchak tezligi bilan aylantirib turishimiz kerak. Bu holda hosil bo'lgan elektr toki o'zgaruvchan bo'lib, matematik yozuvi:

$$i = I_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi)$$
 ko'rinishda bo'ladi,

bu yerda, I_m – o'zgaruvchan tok amplitudasi (tokning eng katta qiymati);

f – elektr toki chastotasi;

φ – elektr toki fazasi (tok paydo bo'lish vaqti);

t – vaqt.

Lampochka yonib-o'chishini ko'z sezmasligi uchun sobiq Ittifoq hududida elektr toki ishlab chiqaruvchi generatorlar uchun chastota $f = 50$ Gs qabul qilingan. Eksperimental tekshirishlar natijasida aniqlanishicha, chastota ortishi bilan generator o'lchamlari va og'irliklari kamayar ekan. Shu sababdan Amerika hududida va boshqa ayrim xorijiy davlatlar hududida ishlovchi generatorlar uchun chastota $f = 60$ Gs qabul qilingan.

Shulardan kelib chiqqan holda havo kemalarida joylashgan o'zgaruvchan tok generatorlari chastotasi $f = 400$ Gs qiymatda qabul qilingan. Ya'ni havo kemasidagi o'zgaruvchan tok manbai chastotasi $f = 400$ Gs. Xulosa qilib aytganda, o'zgaruvchan tok tushunchasi bir vaqtning o'zida amplituda, faza va chastota kabi tushunchalar (parametrlar)ni o'z ichiga qamrab olgan bo'ladi.

Demak, o'zgaruvchan elektr toklari bir-birlaridan amplituda, faza va chastota kabi parametrlari bilan farq qilar ekan.

Yuqorida biz radiosignal yuqori chastotali elektr signali deb tushuntirgan edik. Endi radiosignal qanday hosil qilinishini ko'rib chiqamiz. Radiosignallar radioelektron jihozlar yordamida hosil qilinadi, bir turdan ikkinchi turga aylantiriladi va ishlov beriladi.

Radiosignallarning qandayligiga qarab, radioelektron jihozlar ham turli tuzilishda bo'ladi. Radiosignalning tashuvchi tashkil etuvchisi yuqori chastotali sinusoidal signal bo'lishi mumkin. Tashuvchi signallar yuqori chastota signal generatorlari yordamida hosil qilinadi.

Xabar signali turli fizik jarayonlar haqidagi ma'lumotni o'zida mujassam etgan past chastotali elektr signali bo'ladi. Masalan, mikrofon yordamida tovush elektr tokiga aylantirilib, yuqori chastotali tashuvchi signalga joylashtiriladi. Signal axborot eltuvchi bo'lishi uchun $\sim 10^4 - 10^{15}$ Gs chastotali to'lqinlar yoki garmonik tebranishlarga ega bo'lishi kerak.

Tasvir hosil qilinadigan o'zgaruvchan elektr signalga tasvir signallari yoki *videosignal* deyiladi. Videosignal uzatayotgan tasvirlarga mos keluvchi har xil amplitudali impulslar (yoritilganlik darajasi, uzatish muddati va boshqalar)dan iborat bo'ladi.

Televideniya videosignal, ya'ni televideniya signal parametrlari obyekt tasvirining alohida uchastkasi ravshanligiga mutanosib bo'lgan elektr tebranishlardir. Bunday signal elektr-yorug'lik o'zgartirgichlar, masalan, vidikon, superortikonlar yordamida hosil qilinadi. Videosignal dan fototelegrafiya va radiolokatsiya, boshqa sohalarda ham foydalaniladi.

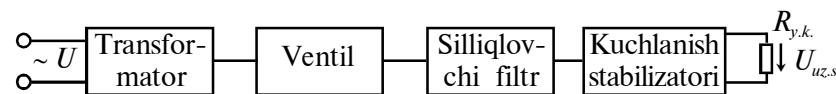
Nazorat savollari

1. Radiosignallar qanday hosil qilinadi va qanday vazifalarni bajaradi?
2. Radiosignallarning qanday turlarini bilasiz?
3. Modulatsiya jarayonini tushuntirib bering.
4. Amplitudaviy modulatsiya qanday jarayon?
5. Chastotaviy modulatsiya qanday jarayon?
6. Fazaviy modulatsiya qanday jarayon?
7. Impulsi modulatsiyani tushuntirib bering.
8. Modulator qanday qurilma?
9. Videosignal deganda qanday signalni tushunasiz?

2-bob. ISTE'MOL MANBALARI

2.1. Bir fazali to'g'rilagichlar

O'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantiruvchi qurilmalarga *to'g'rilagich* deyiladi va ularning asosiy qismi ventillik bo'lib hisoblanadi. Ventilning turiga qarab, kenotronli, gazotronli, tiratronli, simobli, yarimo'tkazgichli, elektr kontaktli; bir va uch fazali, bir va ikki yarimdavrlilik to'g'rilagich mavjud.



To'g'rilagichning tuzilish sxemasi.

To'g'rilagich zanjirida kuchlanishni yetarli kattalikda rostlash uchun transformator ishlatiladi. Ventillar bir tomonlama tok o'tkazuvchi elementlardan, ya'ni boshqarilmaydigan to'g'rilagichlarda diodlar, boshqariladigan to'g'rilagichlarda esa trinitorlardan tashkil topgan. Bir tomonlama tok oqib o'tishi natijasida kuchlanish pulsatsiyalanadi.

To'g'rilangan kuchlanishning pulsatsiyasini kamaytirish uchun silliqlovchi filtrlar qo'llaniladi. Kuchlanish stabilizatori yuklamada R_{yuk} kuchlanish qiymatini bir maromda ushlab turish uchun xizmat qiladi.

Bir fazali va uch fazali, boshqariluvchi va boshqarilmaydigan to'g'rilagich turlari mavjud. Bir fazali o'zgaruvchan kuchlanishni to'g'rilash uchun uch sxemadan foydalaniladi:

- bitta yarimdavrlilik;
- ko'priksimon ikkita yarimdavrlilik;
- transformatorli ikkita yarimdavrlilik (umumiy nuqtasi bilan).

Bitta yarimdavrlilik sxemalarda manbadan kelayotgan o'zgaruvchan kuchlanishning bitta yarimdavrida ventildan tok oqadi.

Ikki yarimdavrlı sxemalarda manbadan kelayotgan o'zgaruvchan kuchlanishning ikkita yarimdavrida ventillardan tok oqadi.

To'g'rilagichning parametrlari quyida ruxsat etilgan og'ishlardagi nisbatini ko'rib chiqamiz:

1) transformatorning induktiv qarshiligi va o'ramlarining aktiv qarshiligi nolga teng;

2) to'g'ri yo'nalishda ventilning qarshiligi nolga, teskarisida esa cheksizlikka teng.

To'g'rilangan tokning doimiy tashkil etuvchisini aniqlaymiz:

$$I_0 T = \int_0^{T/2} i_2 dt,$$

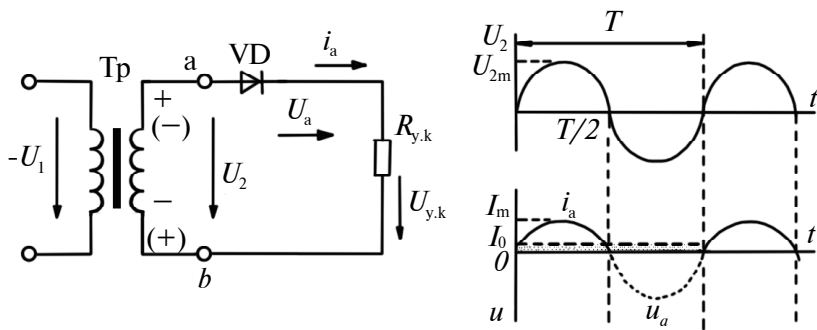
bundan, $i_2 = I_m \sin \omega t$ ekanligini hisobga olsak,

$$I_0 T = \int_0^{T/2} I_m \sin \omega t dt = -I_m \frac{\cos \omega t}{\omega} \Big|_0^{T/2} = 2 \frac{I_m}{\omega}$$

$$I_0 = 2 \frac{I_m}{\omega T} \text{ kelib chiqadi.}$$

Agar $\omega = \frac{2\pi}{T}$ va $\omega T = 2\pi$ bo'lsa,

$$I_0 = 2 \frac{I_m}{\omega T} = \frac{2I_m}{2\pi} = \frac{I_m}{\pi} \text{ yoki } I_0 = \frac{I_m}{\pi} \approx 0,318 I_m \text{ kelib chiqadi.}$$



2.1-rasm.

Kuchlanishning maksimal qiymati orqali ifodalangan tashkil etuvchisi:

$$U_0 = I_0 R_H = \frac{I_m}{\pi} R_H = \frac{U_m}{\pi} = 0,318 U_m.$$

Kuchlanishning amaldagi qiymati orqali ifodalangan tashkil etuvchisi:

$$U_0 = \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2}U}{\pi} \approx 0,45 \cdot U.$$

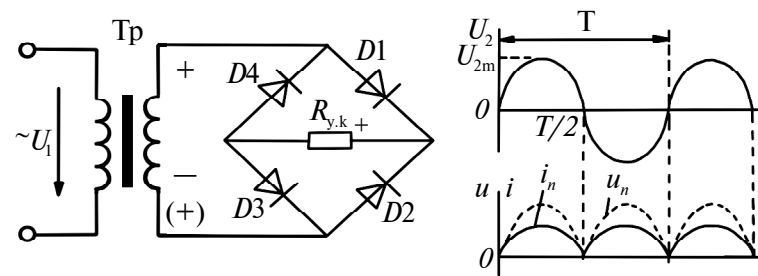
Shunday qilib, berilgan sxemadagi diodning maksimal kuchlanishi, $U_m = U_{avl.} = \pi U_0 = 3,14 U_0$, ya'ni yuklamaga qaraganda dioddagi kuchlanish uch baravar ko'p. Tokning o'rtacha qiymati: $I_{o'rt.} = I_0$.

Pulsatsiya koeffitsiyenti $K_n = \frac{U_{1m}}{U_0}$, bu yerda, U_{1m} — birinchi garmonika yoki kuchlanishning o'zgaruvchan tashkil etuvchisining amplitudasi.

Bitta yarimdavrlı sxema uchun $U_{1m} = \frac{U_{2m}}{2} = \frac{\pi U_0}{2} = 1,57 \cdot U_0$, pulsatsiya koeffitsiyenti $K_n = 1,57$.

Sxemaning kamchiliklari sifatida quyidagilarni aytish mumkin:

- 1) pulsatsiya koeffitsiyenti K_n ning kattaligi;
- 2) yuklamadagi kuchlanish qiymatining dioddagi kuchlanish qiymatiga nisbatan uch baravar kamligi;



2.2-rasm. Ikki yarimdavrlı ko'priksimon sxema.

3) to'g'rilangan tok I_0 ning doimiy tashkil etuvchisi transformatorning ikkilamchi o'ramidagi tok I_2 ga nisbatan kamligi. Bu esa sxemadan tok bo'yicha yetarlicha foydalanish imkonini bermaydi.

Endi ikki yarimdavrli ko'priksimon sxemani ko'rib chiqamiz.

Bu sxemada dastlabki tok kuchi I_0 bir yarimdavrli sxemaga qaraganda ikki marta ko'p, shuning uchun:

$$I_0 = 2 \frac{I_m}{\pi} \approx 0,636 I_m;$$

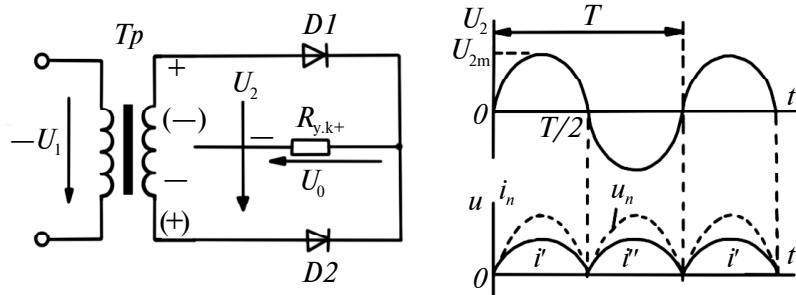
$$U_0 = I_0 R_{yuk} = 2 \frac{I_m}{\pi} R_{yuk} = \frac{2 \cdot U_m}{\pi} = 0,636 \cdot U_m;$$

$$U_0 = 2 \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot U}{\pi} \approx 0,9 \cdot U.$$

To'g'rilangan tok chastotasi tarmoqdagiga qaraganda ikki marta ko'p. Pulsatsiya koeffitsiyenti $K_n = 0,67$.

Transformator ikkilamchi o'ramining o'rtasiga chiziqli ikkita yarimdavrli to'g'rilagich sxemasi bitta yarimdavrli to'g'rilagichdan ikkitasining birikmasi bo'lib, turli fazalarda ulangan. Bu sxemadagi parametrlarning nisbati ko'priksimon sxemaning parametrlari bilan bir xil. Ularning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- to'g'rilangan tok kuchi va kuchlanishning o'rtacha qiymati ikki marta ko'p va pulsatsiya darajasi kam.



2.3-rasm.

Biroq, bu sxemalar murakkab tuzilishga ega va narxi band.

Ikki yarimdavrli sxemalarni taqqoslash:

1) transformatorli sxemalarga qaraganda ko'priksimon sxemalarning tuzilish sxemasi sodda, o'lchamlari kichik, og'irligi kam va narxi arzon;

2) ko'priksimon sxemada yopiq diodlarining teskari kuchlanish maksimal qiymati 2 marta kam (har ikki diodga kuchlanishning yarmi mos tushadi), biroq ko'priksimon sxemalarda diodlarning soni ikki marta ko'p.

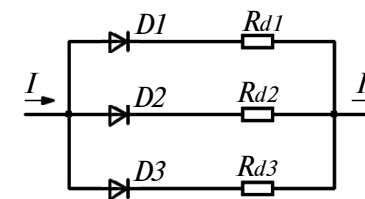
Tok kuchini to'g'rilashda bitta diod uchun shu tipdagi diod bilan qarshilik parallel ravishda ulanadi (2.4-rasm).

Toklarning qiymatlari ularning to'g'ri yo'nalishdagi qarshiliklari bilan aniqlanadi. Biroq to'g'ri yo'nalishdagi diodlarning tiplari bil xil bo'lishiga qaramasdan, ularning qarshiliklari har xil. Toklar qiymatini baravarlash uchun ketma-ket ravishda qarshiliklar ulanadi.

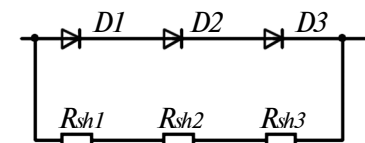
Diodlar uchun ruxsat etilgan qiymat $U_{tes.max}$ dan yuqori kuchlanishni to'g'rilash jarayonida diodlar rezistorlar orqali shuntirlanib, ketma-ket ulanadi. Bunda diodlarning teskari kuchlanishlari teskari qarshiliklariga mos ravishda taqsimlanadi. Teskari kuchlanishlarni baravarlash uchun $R_{sh} = (0,1-0,2) R_{d.tesk.}$ qiymatga ega bo'lgan shuntirlovchi rezistorlar ulanadi.

2.2. Silliqlovchi filtrlar parametrlari va xarakteristiklari

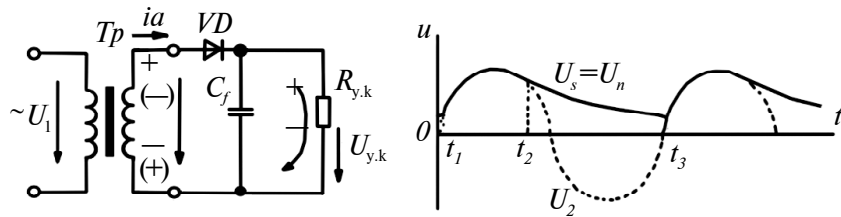
Yuqorida aytib o'tganimizdek, to'g'rilangan kuchlanishning pulsatsiya miqdorini kamaytirish uchun silliqlovchi filtrlardan foydalaniladi.



2.4-rasm.



2.5-rasm.



2.6-rasm. Sig'imli filtr.

Pulsatsiya darajasining kamayganligi pulsatsiya koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi:

$$q = \frac{K_n}{K'_n},$$

bu yerda K_n va K'_n – filtrlashdan avval va keyingi pulsatsiya koeffitsiyentlari.

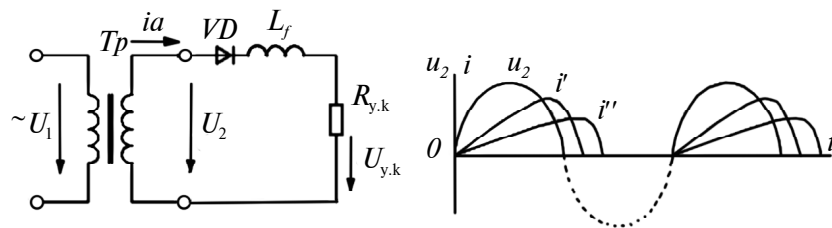
Yuklama qarshiligidagi yuqori chastotali tok tashkil etuvchilarini maksimal ravishda kamaytirish silliqlovchi filtrlarga qo'yiladigan asosiy talablar hisoblanadi.

Induktiv elementda $L \Rightarrow X_{Lk} = \omega kL$ va sig'imli elementda

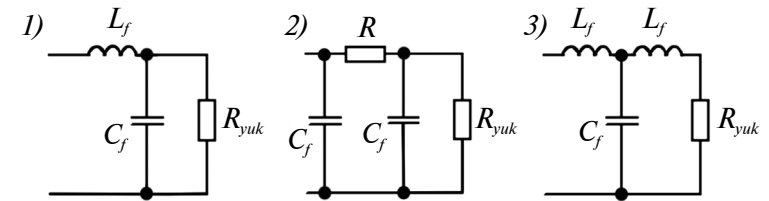
$$C \Rightarrow X_{Ck} = \frac{1}{\omega kC},$$

bu yerda, k – garmoniya raqami. Shuning uchun ham yuklamaga induktivlik ketma-ket va sig'im esa parallel ulanadi:

$U_2 > U_c$ bo'lganida kondensator U_2 kuchlanishga qadar zaryadlanadi (t_1-t_2 oraliq). $t_2 > t_3$ oraliqda diod yopiladi, kuchlanish qiymati $U_c > U_2$ kondensator yuklama rezistor



2.7-rasm. Induktivli filtr.



2.8-rasm. Silliqlovchi filtrlarning turlari.

orqali elektrsizlanadi. t_3 vaqtdan boshlab kondensator yana zaryadlanadi, ya'ni dioddan tok o'tayotganida kondensator zaryadlanadi, diodga teskari kuchlanish berilganida kondensator yig'ilgan tok yuklamaga o'tadi.

Kuchlanishning musbat yarimdavrida tok o'sib boradi va induktiv g'altak energiya yig'adi, manfiy yarimdavrida esa yig'ilgan energiya tok qiymatini ushlab turishga xizmat qiladi.

Tok impulsining uzunligi $\tau = \frac{L_f}{R_n}$ bilan aniqlanadi. Induktivlik

qanchalik katta bo'lsa, impulsning o'tishi shunchalik sekinlashadi va uning amplitudasi induktiv qarshilik $X_L = \omega L_f$ hisobiga kamayadi. Natijada, tokning o'rtacha qiymati ham kamayadi.

Odatda, induktivlik bitta yarimdavrlı sxemalarda qo'llanilmaydi, ikki yarimdavrlı sxemalarda foydalaniladi.

Yuklamadagi qarshilikning o'zgarishi I_{yuk} tokning o'zgarishiga olib keladi.

To'g'rilagichlar avtomatika, telemexanika va radioapparatura hamda yuqori quvvatli sanoat qurilmalarini o'zgarmas tok bilan ta'minlashda ishlatiladi.

2.3. Uch fazali to'g'rilagich sxemasi

Elektr tarmoqlarning bir nuqtasidan elektr energiyasining har xil masofaga uzatish zaruriyati tug'ilganda, uch chulg'amli uch fazali transformatorlar qo'llanadi. Hozirgi vaqtda yuqori kuchlanishli (y.k), o'rtacha kuchlanishli (o.k.) va past

kuchlanishli (p.k) chulgʻamlarning quvvatlari baravar transformatorlar ishlab chiqariladi. Maʼlumotnomalarda har bir juft chulgʻamlarning qisqa tutash kuchlanishlari beriladi.

Uch chulgʻamli transformatorlarning bir chiziqli tarmoq sxemaning parametrlari quyidagicha aniqlanadi:

Agar chulgʻamlarning quvvatlari 100/100/100 boʻlsa:

$$R_1=R_2=R_3=0,5 \cdot R_{um}; \quad R_{um} = \frac{\Delta P_k \cdot U_n^2}{S_n^2}.$$

Har bir juft reaktiv kuchlanish pasayishlarining nisbiy qiymatlarning qisqa tutash kuchlanishi U_{k-ge} tenglashtirib, quyidagicha yozamiz:

$$U_{k_{1-2}} = U_{k_1} + U_{k_2};$$

$$U_{k_{2-3}} = U_{k_2} + U_{k_3};$$

$$U_{k_{1-3}} = U_{k_1} + U_{k_3}.$$

Bu tenglamalardan $U_{k_1}, U_{k_2}, U_{k_3}$ ifodalaymiz:

$$U_{k_1} = 0,5(U_{k_{1-2}} + U_{k_{1-3}} - U_{k_{2-3}});$$

$$U_{k_2} = 0,5(U_{k_{2-3}} + U_{k_{1-2}} - U_{k_{1-3}});$$

$$U_{k_3} = 0,5(U_{k_{1-3}} + U_{k_{2-3}} - U_{k_{1-2}}).$$

Uch chulgʻamli transformatorning almashtirish sxemasidagi X_{T1}, X_{T2}, X_{T3} , reaktiv qarshiliklar, mos ravishda, nisbiy kattaliklarda berilgan chulgʻamlarning qisqa tutash kuchlanishlariga tenglashtirib olish mumkin:

$$X_{T1} = U_{k_1}; \quad X_{T2} = U_{k_2}; \quad X_{T3} = U_{k_3}.$$

Bu reaktiv qarshiliklarning nomlangan kattaliklarda, yaʼni «om» oʻlchash birligida quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$X_{T1} = \frac{U_{k_1} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n}; \quad X_{T2} = \frac{U_{k_2} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n}; \quad X_{T3} = \frac{U_{k_3} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n}.$$

Bu formulada U_n uch kuchlanishni xohlaganicha kiritish mumkin. Koʻpincha yuqori kuchlanish olinadi.

Transformatorning chulgʻamlari aktiv va reaktiv quvvat isroflarining yuqorida koʻrsatilgan umumiy isrof asosida aniqlanadi:

$$\Delta P_T = \frac{S_{um}}{U_n^2} R_T; \quad \Delta Q_T = \frac{S_{um}^2}{U_n^2} X_T.$$

Hozirgi vaqtda uch chulgʻamli transformatorlar deyarli qoʻllanilmaydi. Tarmoqning bir nuqtasida uch xil kuchlanish olish uchun, koʻpincha avtotransformatorlar qoʻllaniladi. Avtotransformatorlarda, oʻrta kuchlanish yuqori, yaʼni birlamchi chulgʻamning bir qismidan alohida sim ulanib qutb chiqariladi.

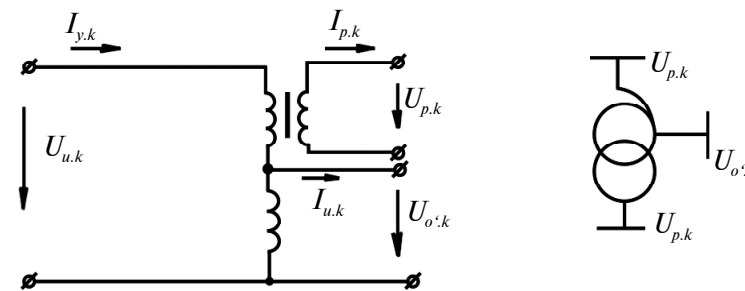
Past kuchlanish esa oʻzak orqali alohida chulgʻamga transformalanib, yaʼni oʻzgartirib olinadi. 2.9-rasmda avtotransformatorning sxemasi va bir chiziqli tarmoqlarda shartli belgisi koʻrsatilgan. Avtotransformatorning nominal quvvati yuqori kuchlanishli chulgʻamning quvvatidan olinadi.

Elektr tarmoqlarda qoʻllanadigan avtotransformatorlar koʻpincha 100/35/10 kv.li boʻlib, yuqori va oʻrta quvvatlari baravardir, yaʼni:

$$S_n = \sqrt{3} \cdot I_1 \cdot U_{y.k} = \sqrt{3} \cdot I_2 \cdot U_{y.k}.$$

Avtotransformatorlarning almashtirish sxemasi parametrlari va quvvat sarfi yuqorida, uch chulgʻamli transformator uchun keltirilgan formulalar asosida hisoblanadi.

Uch chulgʻamli transformatorlarning yana bir koʻrinishi ikkilamchi chulgʻamlari parchalangan, yaʼni ikkilamchi



2.9-rasm.

chulgʻamlari ikki bir kuchlanishli transformatorlardir. Ikki-lamchi chulgʻami parchalangan transformatorlar, qisqa tutash toklari, behad katta boʻlgan tarmoqlarda qoʻllanadi, chunki bu transformatorlar tarmoqning qisqa tutash tokini 2–3 marotaba kamaytiradi.

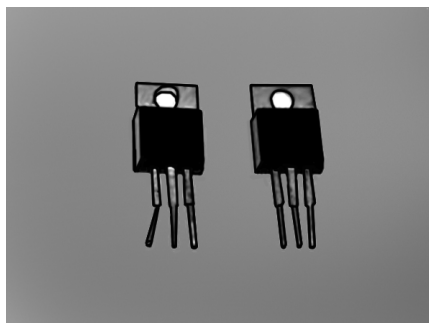
Uch fazali oʻzgaruvchan tokdan oʻzgarmas tok hosil qilish uchun uch fazali toʻgʻrilagichlar ishlatiladi. Bu sxemalardan eng koʻp tarqalgani 3 ta diod asosida qurilgan Mitkevich hamda 6 ta diod asosida qurilgan Larionov sxemalaridir.

2.4. Oʻzgarmas kuchlanish va oʻzgarmas tok stabilizatorlari

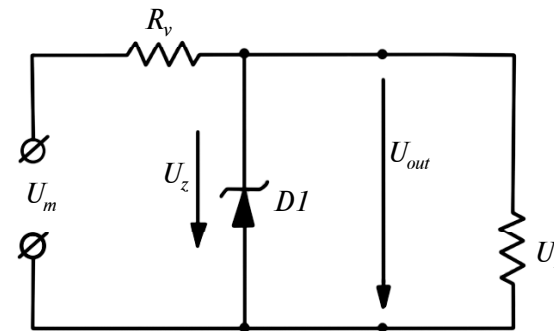
Kuchlanish stabilizatori chiqishda kuchlanishning qiymatini barqaror ushlab turish uchun xizmat qiladi.

Chiqishdagi kuchlanishning tipiga qarab, stabilizatorlar doimiy tok va oʻzgaruvchan kuchlanish stabilizatorlariga boʻlinadi.

Chiziqli stabilizatorga kuchlanishni boʻlgich sifatida qaraladi. Uning kirishiga kuchlanish beriladi, chiqishda esa boʻluvchining quyi yelkasidan kuchlanish olinadi. Boʻluvchining yelkalaridagi qarshilikni oʻzgartirish orqali barqarorlashtirishga erishiladi. Berilgan oraliqda kuchlanish qiymatini bir xil ushlab turish uchun qarshilik oʻzgartiriladi. Kirish va chiqishdagi kuchlanishning nisbati katta boʻlsa, u holda chiziqli stabilizatorning foydali ish koeffitsiyenti kamayib



2.10-rasm. Stabilizatorlar.

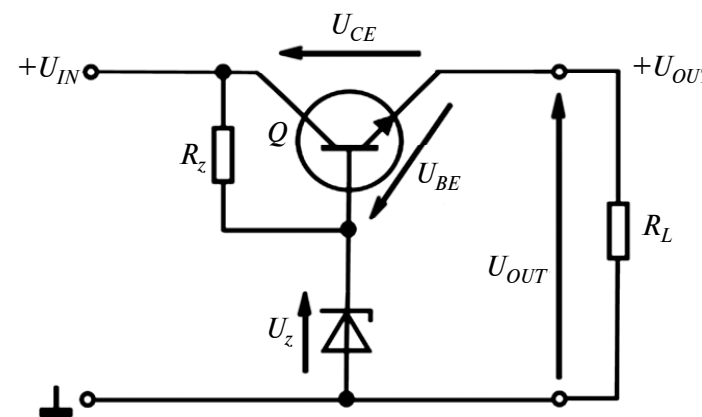


2.11-rasm.

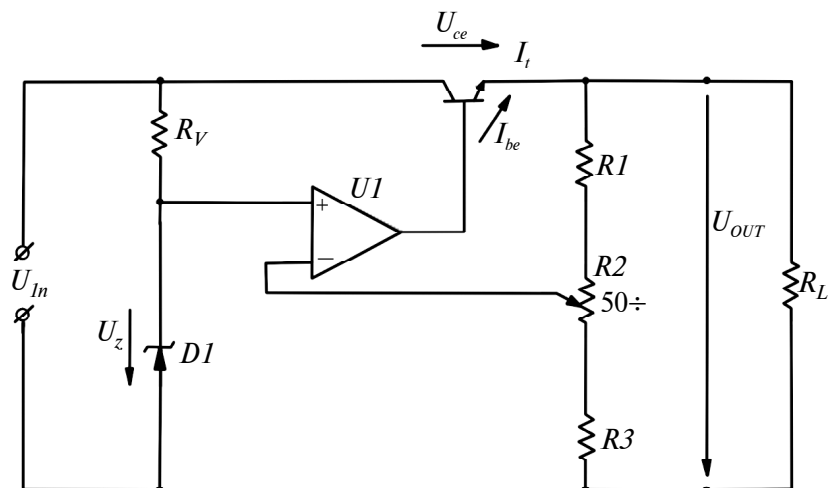
ketadi, yaʼni chiqayotgan quvvatning $P_{soch.} = (U_{kir.} - U_{chiq.}) \cdot I_t$ katta qismi issiqlik sifatida sochilib ketadi. Shuning uchun ham boshqaruvchi element radiator bilan himoyalangan boʻlishi kerak. Chiziqli stabilizatorning afzalligi: sodda sxema, shovqinning yoʻqligi va detallar sonining kamligi.

Elementlarning joylashuviga qarab ular:

- ketma-ket, yaʼni boshqaruvchi element yuklama bilan ketma-ket ulanadi;
- parallel, yaʼni boshqaruvchi element yuklama bilan parallel ulanadi.



2.12-rasm.



2.13-rasm.

Sxemaning normal ishlashi uchun $D1$ stabilitronidan oqib o'tayotgan tok kuchi R_L yuklamadagi tok kuchidan bir necha (3–10) barobar katta bo'lishi kerak.

Beqarorlikni kamaytirish maqsadida R_V qarshilik o'rniga tok manbai ulanadi. Biroq, tok manbai yuklamadagi qarshilikning o'zgarishiga olib keladi va chiqishdagi kuchlanish beqaror bo'ladi.

$$U_{out} = U_z - U_{be}$$

Bu sxemada chiqishdagi kuchlanish stabilitronning kuchlanishidan U_{be} qiymatga kam va $p-n$ o'tishdan oqib o'tayotgan

tok kuchining qiymatiga deyarli bog'liq emas va kremniy asosida yasalgan elementlar uchun 0,6 V.ni tashkil etadi.

Emitter qaytargich tokni kuchaytirish uchun xizmat qiladi.

Stabilizatorning eng muhim parametrlaridan biri stabilizator kirishdagi kuchlanish miqdoriga qanchalik tez moslashishi bo'lib, ya'ni uning tezligi hisoblanadi. Millisekundlar oralig'ida kuchlanish qiymatini 1 V.ga o'zgartirish. Elektrodinamik stabilizatorlarda tezligi 12–18 ms/V bo'lsa, statik stabilizatorlarda 2 ms/V, kompensatsion elektron stabilizatorlarda 0,75 ms/V.ni tashkil etadi.

Yana bir parametri aniqlik, nominal kuchlanishdan $\pm 10\%$ ga o'zgarishi, zamonaviy stabilizatorlarda 8 % gacha tashkil etadi. Harbiy texnika, aviatsiya va tibbiyot sohalarida 1 % ga ruxsat etiladi.

Nazorat savollari

1. To'g'rilagichning asosiy vazifasi nima?
2. To'g'rilagichning asosiy elementlari va ularning vazifalarini aytib bering.
3. Pulsatsiya deganda nimani tushunasiz? Pulsatsiya koeffitsiyenti nima?
4. Silliqlovchi filtrlar qanday vazifani bajaradi?
5. To'g'rilagichlarning qo'llanish sohalarini bayon eting.

3-bob. KUCHAYTIRGICHLAR

3.1. Kuchaytirgichlar va ularning asosiy xarakteristikalar

Ko'pgina radioelektron qurilmalar sxemalarida kichik quvvatga ega elektr signallari uchraydi. Bu signallarni kuchaytirish uchun kuchaytirgichlardan foydalanamiz.

Kuchlanish, quvvat, radiosignallar va boshqalarni uzatadigan yordamchi manba energiyasidan foydalanib, kuchaytiradigan qurilmalarga *kuchaytirgichlar* deb ataladi. Foydalaniladigan energiya turiga qarab elektr, magnit, gidravlik, pnevmatik va mexanik kuchaytirgichlar mavjud. Kuchaytirgich qurilmalarida chiqayotgan va kirayotgan signallar orasidagi aloqa uzluksiz va bir xil ishorali bo'ladi.

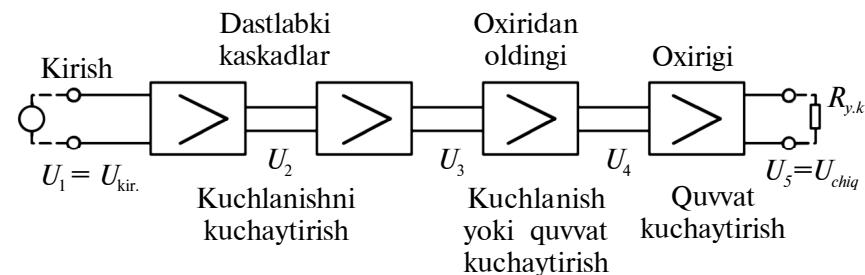
Umumiy holatda kuchaytirgichni to'rt qutbli element sifatida qarash mumkin. Uning kirish qismiga kuchaytirilishi lozim bo'lgan signal, chiqishiga esa yuklama ulanadi.

Passiv elementlarda (tebranish konturi, transformator va boshq.) kuchlanish yoki tok kuchining chiqishdagi qiymati kirishdagi qiymatidan yuqori bo'lishi mumkin, biroq bu quvvatning qiymati o'zgarmay qoladi. Aktiv elementlarda chiqishdagi quvvat miqdori kirishdagidan yuqori bo'ladi.

Kuchaytirgich sxemalarini shartli ravishda mustaqil kuchaytiruvchi qismlarga bo'lish mumkin. Bu qismlar *kaskad*



3.1-rasm. Kuchaytirgichning sxemasi.



3.2-rasm. Ko'p kaskadli kuchaytirgichning tuzilish sxemasi.

deb ataladi. Kaskadlar odatda, kuchaytiruvchi element, yuklama qarshilik hamda keyingi kaskadning kirishini yetarli kuchlanish bilan ta'minlab beradigan elementlardan tashkil topgan bo'ladi.

3.2-rasmda ko'p kaskadli kuchaytirgichning tuzilish sxemasi keltirilgan. Endi ularning vazifasi va tuzilishini ko'rib chiqamiz. Kirish qurilmasi manbadan kelayotgan signalni kirish zanjiriga uzatish uchun xizmat qiladi.

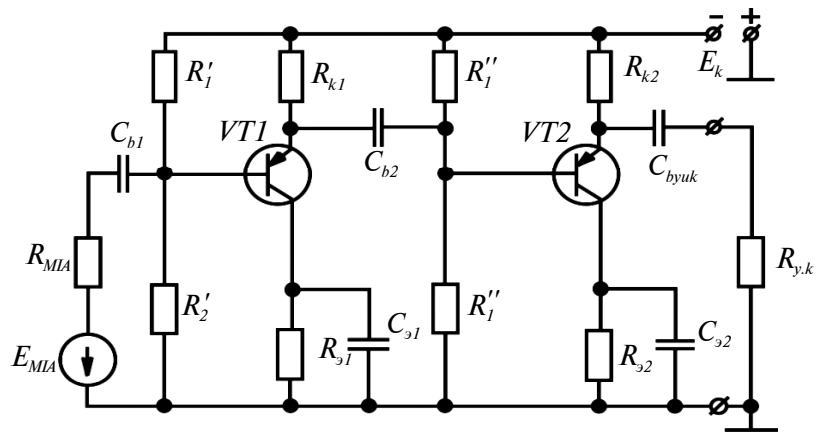
Dastlabki kaskadning vazifasi esa kuchaytirgichning kirishiga signalning kuchlanishi, tok kuchi va quvvatni kerakli bo'lgan kattalikda kuchaytirib uzatishdan iborat. Kuchaytirish zaruriyatiga ko'ra, dastlabki kuchaytirgich bir necha kaskadlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin.

Agar manbadan kelayotgan signalning kuchlanishi yoki tok kuchi yetarli miqdorda bo'lsa, u holda kuchaytirgich qurilmalarida faqatgina bitta kaskad ishlatiladi.

Chiqish kaskadi chiqish zanjiridagi kuchaytirilgan signalni yuklamaga uzatish uchun xizmat qiladi.

Har qanday kuchaytirgich sxemalari ham ularning texnik ko'rsatkichlari bilan xarakterlanadi:

- qurilmaning kirishi va chiqishidagi qarshilik;
- kuchaytirish koeffitsiyenti;
- chastotalarning ish diapazoni;
- sezgirlik;
- dinamik diapazon;
- shovqin darajasi;

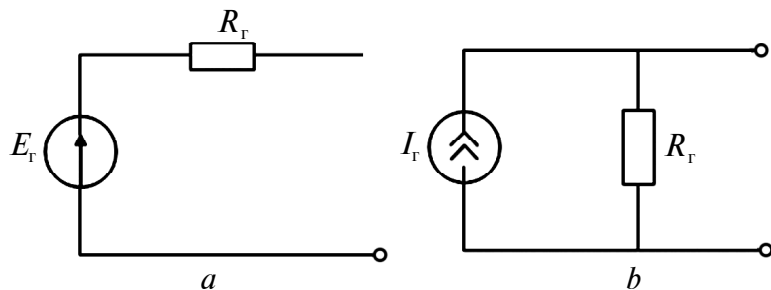


3.3-rasm.

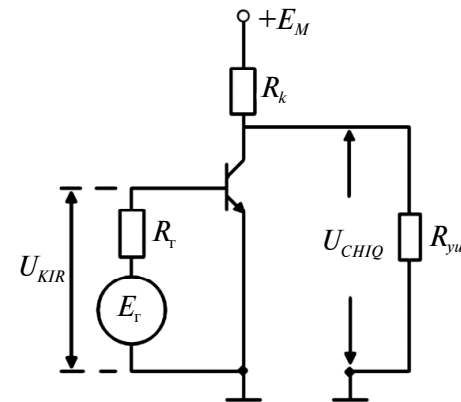
- parametrlarning barqarorligi;
- chiqish quvvati;
- foydali ish koeffitsiyenti;
- chiqayotgan signal shaklining buzilishi.

3.2. Bipolar tranzistorda yasalgan kuchaytirgich bosqichi

Umumiy emitter sxemada ulangan bipolar tranzistorda yasalgan kuchaytirgich bosqichi keng tarqalgan. Kuchaytirgich tahlil qilinganda, signal manbayi yoki qarshilik RG bilan ketma-ket ulangan ideal kuchlanish manbayi EG ko'rinishida (3.4-rasm, *a*) yoki qarshilik RG bilan parallel ulangan ideal tok manbayi IG ko'rinishida (3.4-rasm, *b*) ifodalanishi mumkin.



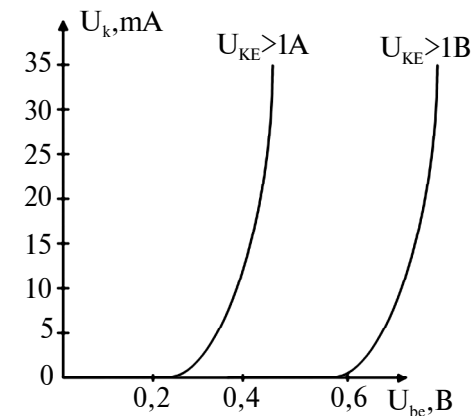
3.4-rasm.



3.5-rasm.

Agar RG va kuchaytirgich bosqichining kirish qarshiligi qiymatlari bir-biriga yaqin bo'lsa, signal manbayining turi hisoblash aniqligiga ta'sir ko'rsatmaydi. Agar RG kuchaytirgich bosqichining kirish qarshiligidan ancha katta bo'lsa, 3.4-rasm, *b* da keltirigan signal manbayidan, aks holda esa 3.4-rasm, *a* da keltirigan signal manbayidan foydalanish tavsiya etiladi.

Umumiy emitter sxemada ulangan bipolar tranzistorda yasalgan kuchaytirgich bosqichi sxemasi 3.5-rasmda keltirilgan.



3.6-rasm.

Sxemani tahlil qilganda, tranzistor holati kirish kuchlanishi bilan boshqarilganda uzatish xarakteristikasi, chiqish xarakteristikalari oilasi hamda kirish xarakteristikalari oilasi (3.6-rasm)dan foydalanish qulay.

Uzatish xarakteristikasi — kollektor toki I_K ning baza-emitter kuchlanishi U_{BE} ga bog'liqligi eksponensial funksiya bilan approksimatsiyalanadi:

$$I_K = I_{KS} \exp\left(\frac{U_{BE}}{\varphi_T}\right), \quad (3.1)$$

bu yerda, $\varphi_T = \frac{kT}{q}$ — termik potensial, I_{KS} — proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, uning taxminiy qiymati mikroquvvatli kremniyli tranzistorlar uchun $T = 300 \text{ K}$ bo'lganda 10^{-9} mA tartibga ega bo'ladi.

Kirish signali mavjud bo'lmaganda kuchaytirgich bosqichi sokinlik rejimida bo'ladi. Sokinlik rejimida kollektor-emitter kuchlanishining doimiy tashkil etuvchisi:

$$U_{KE} = E_{II} - I_K R_K.$$

Kirishga o'zgaruvchan kirish signalining musbat yarim-davri berilsa, baza toki ortadi va u kollektor toki o'zgarishiga olib keladi. Bu holat uzatish xarakteristikasi (3.5-rasm)dan ko'rinib turibdi. Kollektor toki I_K ning U_{BE} kuchlanishiga bog'liq ravishda o'zgarishi *xarakteristika tikligi* S bilan ifodalanadi:

$$S = \frac{dI_K}{dU_{BE}}, \quad U_{KE} \text{ const bo'lganda}$$

bu kattalikni (3.1) ifodadan foydalanib ham topish mumkin:

$$S = \frac{dI_K}{\varphi_T}. \quad (3.2)$$

Shunday qilib, tiklik kollektor tokiga proporsional bo'lib, har bir tranzistorning individual xossalarga bog'liq bo'lmaydi.

Shuning uchun bu kattalikni aniqlashda o'lchashlar talab qilinmaydi.

Kirish signali ta'siri natijasida R_K dagi kuchlanish ortadi, U_{KE} kuchlanish esa kamayadi, ya'ni manfiy yarimdavrlı chiqish signali shakllanadi. Demak, bunday kuchaytirgich bosqichi chiqish va kirish kuchlanish signallari orasida 180° ga faza siljishini amalga oshiradi. Kollektor toki I_K :

$$\Delta I_K = S \Delta U_{BE} = S \Delta U_{KIR} \text{ kattalikka ortadi.}$$

Chiqish kuchlanishi U_{Chiq} esa:

$$\Delta U_2 = -I_K R_K = -S \Delta U_{KIR} R_K \text{ kattalikka kamayadi.}$$

Demak, kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti (yuklama mavjud bo'lmaganda ($I_Y=0$)) quyidagiga teng:

$$K_U = \frac{\Delta U_{Chiq}}{\Delta U_{KIR}} = -S R_K. \quad (3.3)$$

Masalan, agar $R_K = 5 \text{ kOm}$; $\varphi_T = 25 \text{ mV}$; $I_K = 1 \text{ mA}$; $S = 40 \text{ mA/V}$, u holda $K_U = 200$.

Kollektor toki faqat U_{BE} kuchlanishiga emas, balki U_{KE} kuchlanishiga ham bog'liq bo'ladi. Bu bog'liqlik differensial chiqish qarshiligi bilan xarakterlanadi:

$$r_{KE} = \frac{dU_{KE}}{dI_K} = \frac{U_E}{I_K}, \quad U_{BE} = \text{const.}$$

Bu yerda proporsionallik koeffitsiyenti U_E Erli kuchlanishi. U_E ning qiymatlari kremniyli n-p-n tranzistorlar uchun 80—200 V atrofida bo'ladi. r_{KE} hisobiga:

$$K_U = -S(R_K // r_{KE}). \quad (3.4)$$

Signal manbayiga nisbatan kuchaytirish bosqichi uchun kirish qarshiligi katta rol o'ynaydi. Uning qiymati qancha katta bo'lsa, signal manbayi shuncha kam yuklanadi va shunchalik yaxshi kirish bosqichiga uzatiladi. Kirish zanjirini yuklamaga ulangan kuchlanish manbayi ko'rinishida ifodalash uchun *differensial kirish qarshiligi* kattaligi kiritiladi:

$$r_{KIR} = r_{BE} = \frac{dU_{BE}}{dI_B}, \quad U_{KE} = const.$$

Kirish qarshiligi r_{BE} va tiklik S orasida quyidagi bog'liqlik mavjud:

$$r_{BE} = \frac{\beta}{S},$$

bu yerda, β — tok uzatish differensial ko'effitsiyenti. Amaliy hisoblar uchun quyidagi nisbatdan foydalanish mumkin:

$$r_{BE} = \frac{\beta \varphi_T}{I_K}. \quad (3.5)$$

Kuchaytirgich bosqichining chiqish yoki ichki qarshiligi r_{chiq} bu bosqichni yuklama (keyingi bosqich) bilan o'zaro ta'sirlashuvda katta rol o'ynaydi. Kuchaytirgichning chiqish qarshiligi yuklamadan tok oqib o'tayotganda chiqish kuchlanishining kamayishiga olib keladi va bu holatni kuchaytirish ko'effitsiyentini hisoblayotganda hisobga olish kerak bo'ladi.

Yuklama qarshiligi R_Y va chiqish qarshiligi r_{chiq} kuchaytirgich kuchaytirish ko'effitsiyentini $R_Y / (r_{chiq} + R_Y)$ martaga kamaytiruvchi kuchlanish bo'luvchisini hosil qiladilar. Chiqish ichki qarshiligi $r_{chiq} = R_K // r_{KE}$. Natijada yuklamadagi kuchaytirish ko'effitsiyenti:

$$K_{UY} = -S(R_K // r_{KE} // R_Y). \quad (3.6)$$

Kuchaytirish ko'effitsiyenti harorat o'zgarishiga bog'liq, chunki

$$S = \frac{dI_K}{\varphi_T}.$$

Nihoyat, tok bo'yicha differensial kuchaytirish ko'effitsiyenti quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\beta = \frac{dI_K}{dI_B}, \quad U_{KE} = const \text{ bo'lganda.}$$

Bu kattalik statik ko'effitsiyentdan kollektor tokining keng o'zgarish diapazonida sezilarli farq qilmaydi va $\beta = \alpha / (1 - \alpha)$ ga teng.

Nochiziqli buzilishlarni kamaytirish va kuchaytirish ko'effitsiyentining haroratli barqarorligini oshirish maqsadida kuchaytirgich bosqichiga manfiy teskari aloqa kiritiladi.

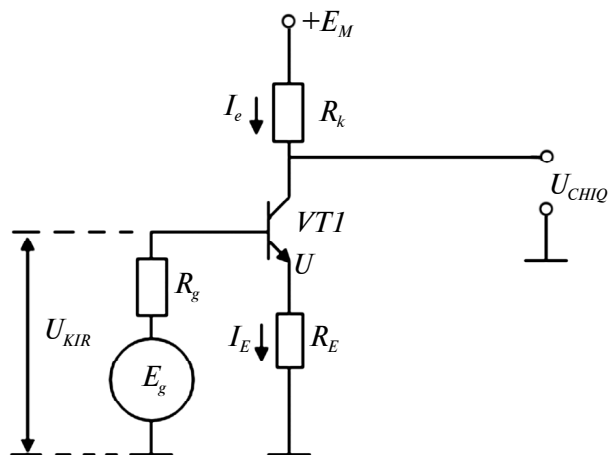
Teskari aloqa deb chiqishdagi yoki biror oraliq zveno qurilmasi chiqishidagi energiyaning bir qismini uning kirishiga uzatishga aytiladi. Buning uchun sxemaga maxsus zanjir kiritiladi va u teskari aloqa zanjiri deb ataladi. Bu zanjir kuchaytirgich chiqishidagi quvvatning bir qismini uning kirishiga uzatishga xizmat qiladi. Bir bosqichni o'z ichiga oladigan teskari aloqa — *mahalliy*, ko'p bosqichli kuchaytirgichning hammasini o'z ichiga oladigan teskari aloqa — *umumiy* deb ataladi.

Teskari aloqaning mavjudligi qurilma chiqishidagi signalning, demak, kuchaytirish ko'effitsiyentining ham ortishi yoki kamayishiga olib kelishi mumkin. Birinchi holatda kirish signali fazasi bilan teskari aloqa signali fazalari bir-biriga mos keladi va ularning amplitudalari qo'shiladi — bunday teskari aloqa *musbat teskari aloqa* deb ataladi. Ikkinchi holatda esa fazalar teskari bo'lib, amplitudalar bir-biridan ayiriladi — bunday teskari aloqa *manfiy teskari aloqa* deb ataladi.

Kuchaytirgichlarda faqat manfiy teskari aloqa (MTA) qo'llaniladi. MTA ning kiritilishi signal kuchayishini kamaytiradi, lekin parametrlarning barqarorligi ortadi va nochiziqli buzilishlar kamayadi.

3.6-rasmda manfiy teskari aloqali bir bosqichli kuchaytirgich sxemasi keltirilgan.

Bu yerda MTA emitter zanjiriga R_E rezistor kiritilishi bilan amalga oshirilgan. Kirish kuchlanishi U_{KIR} ortishi bilan emitter toki ortadi, shu sababli, R_E rezistorda kuchlanish pasayishi ham ortadi: $U_E = I_E R_E$, chunki baza-emitter o'tishida kuchlanish kirish kuchlanishiga nisbatan kichik bo'ladi:



3.6-rasm.

$$U_{BE} = U_{KIR} - U_E$$

Kirish va R_E rezistordagi kuchlanishlarning o'zgarishi bir-biriga teng deb hisoblash mumkin, ya'ni baza-emitter kuchlanish o'zgarishi ΔU_{BE} ni hisobga olmasa ham bo'ladi.

R_E orqali oqib o'tayotgan tok R_K dan ham oqib o'tadi, demak, bu tokning o'zgarishi kollektordagi rezistorda emitterdagi rezistordagiga nisbatan R_K/R_E marta katta kuchlanish ortishiga olib keladi.

Agar $\Delta U_E = \Delta U_{KIR}$ ni inobatga olsak,

$$K_U = \frac{\Delta U_{Chiq}}{\Delta U_{KIR}} = -\frac{R_K}{R_E}.$$

Bu ifodaga tranzistorning tokka bog'liq bo'lgan parametrlari kirmaydi. Shu sababli, kollektor toki emitter tokidan ancha farq qilishini hisobga olsak, MTAli kuchaytirgichning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti kam miqdorda bo'lsa ham tok qiymatiga bog'liq bo'ladi:

$$K_U = -\frac{SR_K}{1 + SR_E}.$$

Kuchaytirgichning kirish qarshiligi qiymati $r_{KIR} = r_{BE} + \beta R_E$

MTA hisobiga ortadi. Chiqish qarshiligi esa manfiy teskari aloqa hisobiga sekin ortib, R_K qiymatiga intiladi.

Chiqish bosqichlarining vazifasi — signalning berilgan (yetarlicha katta) quvvatini buzilishlarsiz past Om li yuklamaga uzatishni ta'minlash. Odatda, ko'p bosqichli kuchaytirgichlarda ular chiqish bosqichlari hisoblanadi. Kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti chiqish bosqichlari uchun ikkinchi darajali parametr hisoblanadi. Shu sababli, asosiy parametrlar bo'lib quyidagilar hisoblanadi: foydali ish koeffitsiyenti η va nohiziqli buzilishlar koeffitsiyenti K_G .

Foydali ish koeffitsiyenti chiqish signali quvvatini manbadan tortib olinayotgan quvvatga nisbatiga teng:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} U_{Chiq.m} I_{Chiq.m}}{E_M I_{o'rt}}; \quad (3.7)$$

bu yerda $I_{Chiq.m}$, $U_{Chiq.m}$ — chiqish kattaliklar amplitudasi, E_M — kuchlanish manbai, $I_{o'rt}$ — o'rtacha tok.

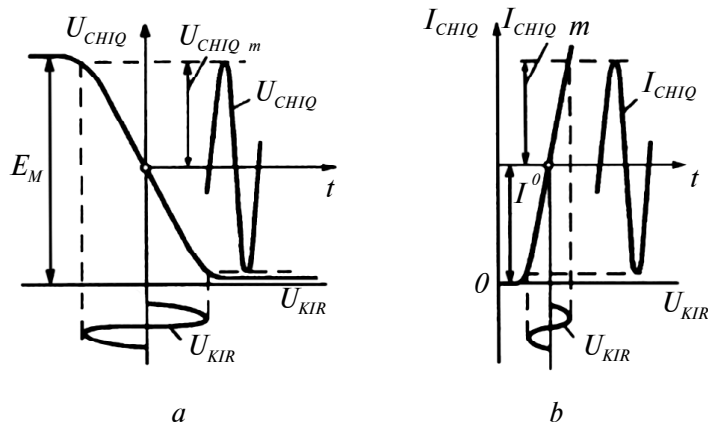
Nohiziqli buzilishlar koeffitsiyenti chiqish signali shaklining kirish signali shaklidan farqini ifodalaydi. Bu farq bosqichning uzatish xarakteristikasining nohiziqliqi sababli yuzaga keladi. Kuchaytirgich bosqichi uzatish xarakteristikalari chiqish kattaligini (I_{Chiq} yoki U_{Chiq}) kirish kattaligiga (I_{KIR} yoki U_{KIR}) bog'liqligini ifodalaydi.

η va K_G kattaliklari ko'p hollarda tranzistorning sokinlik rejimi— kuchaytirish sinfi bilan aniqlanadi. Shu sababli quvvat kuchaytirgichlarida qo'llaniladigan kuchaytirgich sinflarini ko'rib chiqamiz.

Uzatish xarakteristikasidagi ishchi nuqta (sookinlik nuqtasi) holatiga ko'ra A , B , AB va *boshqa kuchaytirish sinflari* mavjud.

A rejimda sookinlik rejimida ishchi nuqta uzatish xarakteristikasi kvazichiziq soha o'rtasida joylashadi (3.8-rasm).

Kirish signalining ikkala yarimdavri uzatish xarakteristikasining kvazichiziq sohasida joylashganligi sababli nohiziqli



3.8-rasm.

buzilishlar eng kichik ($K_G \leq 1\%$) bo'ladi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, agar $U_{CHIQ.m} = \frac{1}{2} E_M$; $I_{CHIQ.m} = I_{O'RT}$ bo'lsa, u holda (3.7) ni o'rniga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$\eta = \frac{1}{4} \quad (\text{ya'ni } 25\%).$$

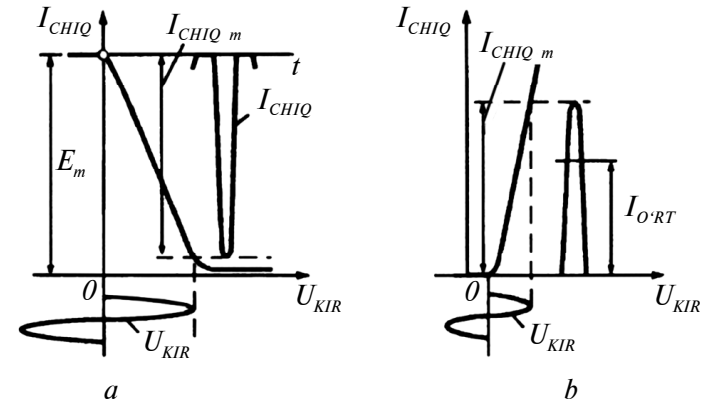
B rejimda sokinlik rejimidagi ishchi nuqta tranzistorning berk holatiga mos keluvchi kvazichiziq soha chegarasida joylashadi. Tranzistor faqat musbat yarimdavr mobaynida ochiq holatda bo'ladi (3.8-rasm).

B rejimda $K_G 70\%$ atrofida bo'ladi. (7.1) ifodaga E_M va $I_{O'RT} = \frac{2}{\pi} I_{CHIQ.m}$ larni qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\eta = \frac{1}{4} \quad (\text{ya'ni } 78\%).$$

B rejimda nochiziqli buzilishlarni kamaytirish maqsadida musbat yarimdavrnı, ikkinchisi — manfiy yarimdavrnı kuchaytiradigan, ikkita kuchaytirgichdan tashkil topgan *ikki taktli sxema* qo'llaniladi.

AB sinfi *A* va *B* sinflari oralig'idagi holatni egallaydi va ikki taktli qurilmalarda qo'llaniladi. Bu yerda sokinlik rejimida bir



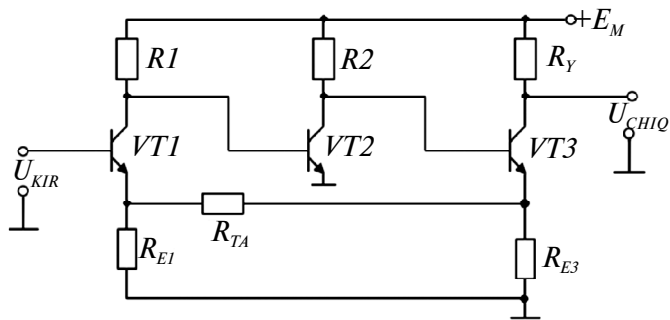
3.9-rasm.

tranzistor berk bo'lganda, ikkinchisi ochilish arafasida bo'ladi, lekin bu holat asosiy ishchi yarimdavrnı kichik inersiyaga ega bo'lgan VAX sohasiga olib chiqishga imkon yaratadi. η koeffitsiyent *A* sinfiga nisbatan yuqori, $K_G \leq 3\%$ bo'ladi.

3.3. Ko'p bosqichli kuchaytirgichlar

Kuchaytirgich parametrlarining yaxshi barqarorligini ta'minlab beruvchi manfiy teskari aloqa kuchaytirish koeffitsiyentini keskin kamaytiradi. Katta K_U qiymatini olish uchun keng polosali ko'p bosqichli kuchaytirgichlar qo'llaniladi. 3.10-rasmda ketma-ket — parallel teskari aloqali uch bosqichli kuchaytirgich prinsipial sxemasi keltirilgan. Birinchi UE bosqich VT1 tranzistorda bajarilgan, unda tok bo'yicha mahalliy ketma-ket MTA mavjud bo'lib, u R_{E1} da bajarilgan. Ikkinchi bosqich VT2 tranzistorda bajarilgan. Uchinchi bosqich VT3 tranzistorda bajarilgan bo'lib, R_{E3} rezistor mahalliy MTAni amalga oshiradi.

Mahalliy MTAdan tashqari kuchaytirgichda umumiy teskari aloqa qo'llanilgan. U kuchaytirgich bosqich chiqishini VT1 tranzistor emitteri bilan bog'lovchi R_{TA} rezistor zanjirida bajarilgan. Mahalliy (bosqichlar ichidagi) teskari aloqalarga nisbatan butun kuchaytirgichni qamrab oladigan teskari aloqa,



3.10-rasm.

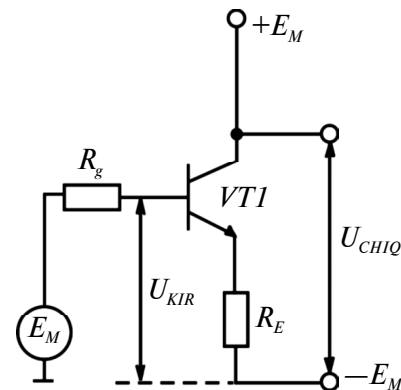
yanada yuqori barqarorlikni hamda alohida bosqichlarni kuchaytirish koeffitsiyenti og'ishiga sezgirlikni kamayishini ta'minlaydi. 3.10-sxema integral kuchaytirgich yasashda asos hisoblanadi.

Lekin teskari aloqali asosiy uch bosqichli kuchaytirgichdan tashqari, integral kuchaytirgich sxemasi kichik chiqish qarshiligini ta'minlash uchun va kuchaytirgichda qo'shimcha keng polosalik, chidamlilik, haroratli barqarorlik va o'zidan oldingi chiqish bosqichi kuchlanishi o'zgarmas tashkil etuvchisini keyingi bosqich kirish kuchlanishi o'zgarmas tashkil etuvchisi bilan muvofiqlashni ta'minlash uchun chiqish bosqichi sifatida emitter qaytargichga ega bo'ladi. Gap shundaki, turli katta sig'implarga ega bo'lgan kondensatorlarning mavjud emasligi tufayli barcha bosqichlar o'zgarmas tok bo'yicha o'zaro bog'langan.

3.4. Emitter qaytargich (quvvat kuchaytirgich)

Kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti birga yaqin bo'lgan, kirish signal qutbini o'zgartirmaydigan va katta kirish hamda kichik chiqish differensial qarshilikka ega bo'lgan kuchaytirgichlar *qaytargich* deb ataladi.

Emitter qaytargichning klassik sxemasi 3.11-rasmda keltirilgan. Tranzistorga o'zgarmas kirish kuchlanishi berilganda (*A* rejim), emitter zanjirida R_E rezistorda kuchlanish pasayishini yuzaga keltiruvchi o'zgarmas tok oqib o'tadi. Chiqish kuch-



3.11-rasm.

lanishi U_{chiq} shunday o'rnatiladiki, baza - emitter kuchlanishi:

$$U_{B\mathcal{E}} = \varphi_T \ln \frac{I_E}{I_{KS}} \text{ ga teng bo'lsin.}$$

U_{kir} kirish signali ΔU_{KIR} kattalikka ortadi (kamayadi) va emitter tokini ortishiga (kamayishiga) olib keladi. Natijada U_{Chiq} chiqish kuchlanishi $\Delta U_{Chiq} = \Delta I_E R_E$ qiymatga ortadi (kamayadi). Bu vaqtda chiqish kuchlanishi kirish kuchlanishi kabi ortadi, kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti esa quyidagiga teng bo'ladi:

$$K_U = \frac{\Delta U_{CHIQ}}{\Delta U_{KIR}} \approx 1$$

Emitter qaytargichning kirish qarshiligi *UE* sxema va tok bo'yicha MTA sxemalari kirish qarshiligidan farq qilmaydi va quyidagiga teng bo'ladi:

Chiqish qarshiligi r_{Chiq} (R_E orqali amalga oshirilgan) 100 % manfiy teskari aloqa hisobiga kamayadi. Bu holat shu sababli sodir bo'ladiki, chiqish kuchlanishining har bir kuchayishi emitter tokini oshiradi, demak, baza toki ham ortadi. Unga esa R_G qarshilik ko'rsatadi. Lekin baza zanjiridagi tok emitter zanjiridagi tokka nisbatan $(\beta+1)$ marta kichik bo'ladi, shu sababli, chiqish qarshiligi:

$$r_{Chiq} = \frac{R_G}{\beta + 1} // R_E.$$

Emitter - baza soha qarshiligini ham hisobga olsak, u holda:

$$r_{Chiq} = \left(\frac{1}{S} + \frac{R_G}{\beta + 1} \right) // R_E.$$

Mikroelektronikada f.i.k juda kichik bo'lganligi sababli, *A* sinfi qo'llanilmaydi. *B* va *AB* sinfiga mansub ikki taktili kuchaytirigichlar ancha ommabop hisoblanadi.

Kuchaytirigichlar avtomatika, telemexanika, hisoblash va o'lchash texnikasi, radioelektronika va aloqadagi qurilmalarining, shuningdek, ish mashinalari (elektroenergetika, mashinasozlik, transportdagi) yuritmalarining asosiy elementlaridan biri bo'lib, sanoatda keng qo'llaniladi.

Nazorat savollari

1. Kuchaytirigichning asosiy xarakteristika va parametrlari qanday? Ularning o'ziga xos xususiyatlari nimada?
2. Kuchaytirigichlarda teskari aloqa deb nimaga aytiladi?
3. Kuchaytirigich sxemasiga manfiy teskari aloqa kiritilishi bilan kuchaytirish koeffitsiyenti qanday o'zgaradi va u ishning barqarorligiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
4. Sizga qanday kuchaytirish sinflari ma'lum?
5. Nima sababli *A* sinfiga mansub kuchaytirigichda foydali ish koeffitsiyenti juda kichik?
6. Nima sababli *B* sinfiga mansub kuchaytirigich ishlaganda simmetrik signalning sezilarli shakl buzilishlari kuzatiladi?
7. *AB* sinfi *B* sinfidan nimasi bilan farq qiladi va u qanday sxemalarda qo'llaniladi?
8. Ko'p bosqichli kuchaytirigich nima?
9. Ko'p bosqichli kuchaytirigichlarda chiqish kaskadlari nima uchun xizmat qiladi?

4-bob. GARMONIK TEBRANISHLAR GENERATORLARI

4.1. Avtogeneratorlarning ish prinsipi

Istalgan avtogeneratorning ish prinsipi elektromagnit induksiya hodisasiga asoslangan. Agar mis simdan magnit oqimi o'tsa, u holda oqim o'zgarishi bilan g'altakning uchlarida elektr toki hosil bo'ladi.

O'zgaruvchan kuchlanish olish uchun o'ram olinadi. Bu o'ramdan o'zgarmas tok oqib o'tadi va magnit oqimini generatsiyalaydi. Avtomobillardagi bunday qurilma *stator* deb ataladi. Stator o'ramlariga o'zgaruvchan elektr toki beriladi. Iste'mol manbayi bo'lib, generatorning elektr toki hisoblanadi.

Tashqi energiya manbayi hisobiga elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi yoki energiyani bir turdan ikkinchi turga o'zgartiruvchi qurilmaga *generator* deyiladi. Generatorlar, elektr generatorlari o'zgarmas tok, o'zgaruvchan tok generatorlariga bo'linadi.

Generator tushunchasi o'zgaruvchan va o'zgarmas tok elektr mashinalariga ham, elektr tebranishlarini hosil qiluvchi asboblarga ham bir xil qo'llaniladi. Birinchi holda mexanik energiya elektr energiyasiga aylantirilsa, ikkinchi holda manbaning elektr energiyasi ma'lum chastotali, kerakli shakl va quvvatli tebranishlar energiyasiga aylantiriladi.

Generatorlar radio uzatish, radio qabul qilish va televizion qurilmalarda, o'lchov texnikasida, turli texnologik jarayonlarda, fan va texnikaning turli sohalarida qo'llaniladi. Ular yordamida ko'plab elektrotexnika va radioelektronika qurilmalari yaratilmoqda.

Impulslar generatori kuchlanish yoki tok impulslari hosil qiladigan qurilma. Hosil bo'ladigan impulslar muddati

(1 s. dan 10 ne.gacha), takrorlanish chastotasi (0,1 Gs. dan 100 MGs.gacha), generatsiyalanadigan tebranishlar shakli (to'g'ri to'rtburchak, o'tkir uchli, arrasimon va boshq.) bo'yicha farqlanadigan bir necha turi bor.

Impulslar generatorining bir kanalli (bir chiqishli) va ko'p kanalli (ikki va undan ortiq chiqishli) qilib ishlab chiqariladi. Bunda chiqish signallari turli qutbli va darajali bo'ladi. Impulslar generatorida tebranish konturi bo'lmaydi, impulslar elektron klapanlarning ochilib-yopilab turishidan hosil bo'ladi.

Klapanlar sifatida transformator, elektr lampa yoki diodlar ishlatiladi. Elektron klapan berk vaqtida energiya yig'iladi, ochilishi bilan tashqi zanjirga impuls shaklida uzatiladi.

Impulslar generatori radiotexnika va radioelektron apparatlarda, radiolokatsiya va hisoblash texnikasida qo'llaniladi.

Nazorat savollari

1. Qanday qurilma stator deb ataladi?
2. Generator nima?
3. Generator qayerlarda qo'llaniladi?

5-bob. IMPULS TEXNIKASI ELEMENTLARI

5.1. Impuls rejimi haqida asosiy ma'lumotlar

Impulslar texnikasi elektr impulslarni hosil qilish (generatsiyalash), kuchaytirish, o'zgartirish va ulardan foydalanish bilan bog'liq bo'lgan texnika sohasi. Bunday impulslar relaksatsiyalovchi generatorlar (multivibratorlar, blokinggeneratorlar va boshq.) yoki boshqa generatorlar yordamida hosil qilinadi.

Impuls rejimda ishlaydigan (elektr signallar uzlukli beriladigan) impulslar lampa va yarimo'tkazgichli asboblarda elektr impulslar manbai va kuchaytirgichlari bo'lib xizmat qiladi. Elektr impulslarning turli elektr zanjirlar, qurilmalar va obyektlarga ta'siridan vujudga keladigan jarayonlar ham impulslar texnikasida tadqiq qilinadi. Impulslar texnikasida elektr impulslarining turli shakllaridan foydalaniladi.

Elektr impulsi — tok yoki kuchlanish impulsi qisqa vaqt (x) ichida ta'sir etadi va aniq T vaqt (takrorlanish davri) oralig'ida takrorlanadi. Impulslar texnikasida qo'llaniladigan impulslarning davomiyligi $x = 0,1$ s.dan 1 nano s.gacha ($1\text{ns} = 10^{-9}$ s), takrorlanish davri esa $T=10-10^6$ x. Impulslar quvvati o'nlab mln vatt.gacha boradi. Impulslar ikkiga bo'linadi: videoimpulslar va radioimpulslar.

Videoimpulslar — kuchlanish va tokning qisqa vaqt ichida noldan maksimumga va maksimumdan nolga tushishi. Radioimpulslar qisqa vaqt ichidagi yuqori chastotali garmonik tebranishlar ketma-ketligidan iborat.

Impulslar amplitudasini yoki qutbliligini o'zgartirishda impulslar transformatoridan iborat bo'lgan transformator zanjiri qo'llaniladi.

Impulsning davomiyligini kamaytirishda induktivlik g'altagi, elektr kondensatorlar va rezistorlardan iborat differentsiyalovchi zanjirlardan; oshirishda esa tarkibida kondensator va rezistorli integratsiyalovchi zanjirlardan foydalaniladi. Impulslar rejim

televideniyeda keng qo'llaniladi: tasvir va sinxronlash signallari impulsli signallar hisoblanadi.

Radioimpulslar yordamida masofani o'lchash usullari ishlab chiqilgan; natijada radiolokatsiya va radionavigatsiya ancha taraqqiy etdi. Uzoqdan turib radioboshqarishda impulsli rejimdan foydalanish samarali hisoblanadi. Yer sun'iy yo'ldoshlarini, kosmik kemalar va boshqalarni Yerdan turib boshqarish mumkin.

Axborot-o'lchash texnikasida ham impulsli usullarning ahamiyati katta. Zamonaviy elektron hisoblash mashinalarining ishi impulslar texnikasi usullari va vositalariga asoslanadi. Impulslar texnikasi usullari, ayniqsa, radioo'lchash qurilmalarida juda qo'l keladi. Elektrotexnikaning yuqori (102 V dan 107 V gacha) kuchlanish va kuchli (102 o.dan 107 a.gacha) tok impulslarini hosil qilish, o'lchash va ulardan foydalanish bilan shug'ullanadigan sohasi yuqori kuchlanishli *impulslar texnikasi* deb ataladi. Bunday impulslarning davomiyligi 10^{-7} dan 10^0 s. gacha. Ulardan elektrotexnika apparatlarini sinashda, yashin qaytarish qurilmalarini modellashtirishda, eksperimental fizikada foydalaniladi.

Kuchli tok impulslari termoyadro qurilmalarida, zaryadli zarralar tezlatkichlarida, aerodinamik va termoyadro tadqiqotlarida, elektrotexnika qurilmalari va kommutatsiya apparatlarini sinash va boshqa sohalarida qo'llaniladi. Bunday impulslar elektr generatorlar, akkumulatorlar, kondensator batareyalari va boshqalar yordamida hosil qilinadi.

Zamonaviy hisoblash texnikasida axborotni raqamli qayta ishlash usuli muhim rol o'ynaydi. Raqamli yarimo'tkazgichli IMSlar hisoblash texnikasi qurilmalari va tizimining negiz elementi hisoblanadi. Hisoblash mashinalari tomonidan qayta ishlanayotgan natija va boshqa axborotlar faqat ikki qiymat oladigan (ikkilik sanoq tizimi) elektr signallari ko'rinishida ifodalanadi.

Analog axborotni raqamli ko'rinishga aylantirish uchun uni *kvantlaydilar*, ya'ni vaqt bo'yicha uzluksiz signal uning ma'lum nuqtalardagi diskret qiymatlari bilan almashtiriladi. So'ngra berilgan signal oxirgi diskret qiymatiga mos ravishda raqam beriladi. Signal diskret darajalarini raqamlar ketma-ketligi bilan

almashtirish jarayoni *kodlash* deb ataladi. Olingan raqamlar ketma-ketligi *signal kodi* deb ataladi.

Ikkilik sanoq tizimida biror son ikki raqam: 0 va 1 orqali ifodalanadi. Raqamlarni ifodalash uchun raqamli tizimlarda tok yoki kuchlanish kabi elektr kattalikni ikki holatdagi signalini qabul qilishga moslashgan elektron sxema bo'lishi talab qilinadi. Kattalikning biri 0 ga, ikkinchisi 1 ga mos kelishi kerak. Ikki elektr holatga ega bo'lgan elektr sxemalarni yaratishning nisbatan soddaligi shunga olib keldiki, hozirgi zamonaviy raqamli texnika mana shu ikkilik ifodalanish tizimiga asoslangan.

Raqamli qurilmalar ishlash algoritmini ifodalash uchun bul algebrasi yoki mantiq algebrasi qo'llaniladi. Mantiq algebrasi doirasida raqamli sxema kirish, chiqish va ichki qismlariga mos ravishda bul o'zgaruvchilari o'rnatiladi va ular faqat ikki qiymat qabul qilishi mumkin:

$$x = 0 \text{ agar } x \neq 1; \quad x = 1 \text{ agar } x \neq 0.$$

Bul algebrasi asosiy amallari bo'lib mantiqiy qo'shuv, ko'paytiruv va inkor amallari hisoblanadi.

Mantiqiy qo'shuv. Bu amal YKI amali yoki dizyunksiya deb ataladi. Ikki o'zgaruvchini mantiqiy qo'shish postulatlarini 9.1-jadvalda keltirilgan.

Bunday jadvallar *haqiqiylik jadvallari* deb ataladi. Shuni ta'kidlash kerakki, bu amal ixtiyoriy o'zgaruvchilar soniga mo'ljallangan. Amal bajarilayotgan o'zgaruvchilar soni, uning belgisidan oldin turgan raqam bilan ko'rsatiladi. Demak, 5.1-jadvalda 2 YKI amali bajarilgan. Mantiqiy qo'shuv YKI amali bajaruvchi element (elektron sxema) shartli belgisi 5.1-rasm, *a* da keltirilgan.

5.1-jadval

X1	X2	Y = X1 + X2
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Mantiqiy ko'paytiruv. Bu amal HAM amali yoki konyunksiya deb ataladi. Mantiiy ko'paytiruv postulatlarini 5.2-jadvalda keltirilgan. Mantiiy HAM amalini bajaruvchi element shartli belgisi 5.1-rasm, *b* da ifodalangan.

5.2-jadval

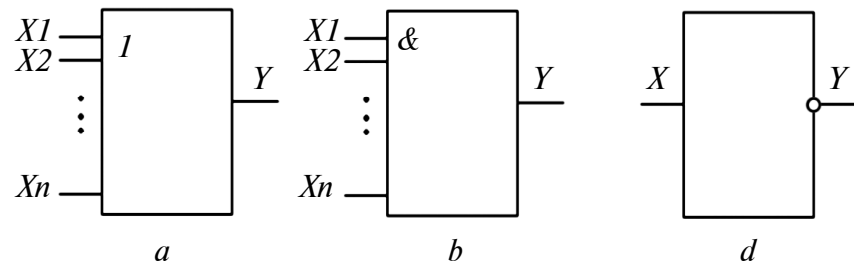
X1	X2	Y=X1ChX2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Mantiqiy inkor. Inkor amali inversiya yoki to'ldirish deb ataladi. Inkor postulatlarini 5.3-jadvalda keltirilgan. Inversiya amalini bajaruvchi mantiqiy element shartli belgisi 5.1-rasm, *d* da keltirilgan.

5.3-jadval

X	Y
0	1
1	0

Elementar mantiqiy HAM, YOKI, EMAS amallarini bajaradigan mantiqiy elementlardan foydalanib, ancha murakkab amallarni bajaradigan elementlar va ularga mos keluvchi elektron sxemalar yaratish mumkin.



5.1-rasm.

Turli amallarni bajaradigan elementlar IMSlar ko'rinishida ko'plab ishlab chiqariladi. Mantiiy IMSlar turkumlarga birlashadi. Har bir turkum asosida ma'lum bir mantiqiy amalni bajaruvchi elektr sxemadan tashkil topgan negiz element yotadi, masalan, HAM-EMAS mantiqiy amali (Sheffer elementi) yoki YOKI-EMAS mantiqiy amali (Pirs elementi). Raqamli integral mikrosxemalar yaratishda turli murakkab mantiqiy amallarni bajaradigan sxemalarni yasashda faqat bitta HAM-EMAS yoki YOKI-EMAS mantiqiy elementidan foydalanish talab qilinishi bilan ham ajralib turadi.

5.2. Mantiiy IMS parametrlari

Axborotni kodlash usuliga ko'ra mantiqiy elementlar *potensial va impuls* usullariga bo'linadi.

Mantiqiy elementlarning ko'pchiligi potensial hisoblanadi, ya'ni ularda ikkilik axborot ikki elektr potensial daraja ko'rinishida ifodalanadi: mantiqiy 0 — past potensial U^0 , mantiqiy 1 — yuqori potensial U^1 . Impuls mantiqiy elementlarda mantiqiy birga — impulsning mavjudligi, mantiqiy nolga — uning mavjud emasligi mos keladi.

IMS potensial mantiqiy elementlari quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi:

- mantiqiy «0» va «1» kuchlanishlari — U^0 va U^1 ;
- mikrosxema holati teskari holatga o'zgaradigan kirishdagi ma'lum kuchlanish — bo'sag'aviy kuchlanish $U_{BO'S}$;
- kirish bo'yicha birlashish koeffitsiyenti m (kirishlar soni);
- chiqish bo'yicha tarmoqlanish koeffitsiyenti n (yuklama qobiliyati yoki mazkur IMS chiqishiga ulash mumkin bo'lgan xuddi shunday mirosxemalar soni);
- $U_{KIR} = U^0$ va $U_{KIR} = U^1$ larga mos keluvchi kirish toklari I_{KIR}^0 va I_{KIR}^1 ;
- xalaqitlarga bardoshligi — yuqori U_{XAL}^1 va past U_{XAL}^0 kirish kuchlanish darajasi bo'yicha mumkin bo'lgan maksimal xalaqit kuchlanish qiymati;
- manbadan iste'mol qilinayotgan quvvat R ;

- E_M kuchlanish va I_M tok manbalari;
- «0» holatdan «1» holatga yoki aksincha o'tishdagi qayta ulanish kechikish vaqti;
- qayta ulanishlarning (tezkorlik) o'rtacha kechikish vaqti — $0,5 \cdot (t_K^0 + t_K^1)$.

Zamonaviy statik tizimlarning asosiy negiz elementi bo'lib Shottki diodlari qo'llanilgan TTM, I²M, EBM, MDY — tranzistorlarda (yoki p — kanalli MDY yoki n — kanalli MDY) yasalgan mantiq, komplementar MDY — tranzistorlarda (KMDY) yasalgan mantiq elementlari hisoblanadi.

Raqamli integral mikrosxema negiz elementlariga qo'yiladigan asosiy talab — ularning tezkorligi, kichik sochilish quvvati, katta joylashtirish zichligi (yagona kristall sirtida joylashgan elementlar soni) va tayyorlanishni texnologikligi hisoblanadi.

Yuqorida sanab o'tilgan negiz elementlar, u yoki bu, yoki bir necha parametrlariga ko'ra bir-biridan ustun tursa, boshqa parametrlariga ko'ra yomonroq hisoblanadi.

IMS negiz mantiqiy elementi asosi bo'lib, qayta ulagichlar sifatida qo'llaniladigan biror elektron kalit xizmat qilishi mumkin. Qayta ulagichlar sifatida qo'llaniladigan yarimo'tkazgichli asboblarga quyidagi umumiy talablar qo'yiladi: birdan katta bo'lgan kuchaytirish koeffitsiyenti; axborot uzatish tizimining bir tomonlamaligi; kirish va chiqish bo'yicha katta tarmoqlanish koeffitsiyentlari; qayta ulanishlarning katta tezligi; kichik iste'mol quvvati.

Elektron kalitlar sifatida kremniyli bipolar va maydoniy tranzistorlar qo'llaniladi. Maydoniy tranzistorlarda bajarilgan kalitlar kichik sochilish quvvatiga ega bo'lishsa, bir vaqtning o'zida bipolar tranzistorlarda bajarilgan elektron kalitlarning qo'llanilishi ularning tezkorligini oshirishga imkon yaratadi.

5.3. Triggerlar

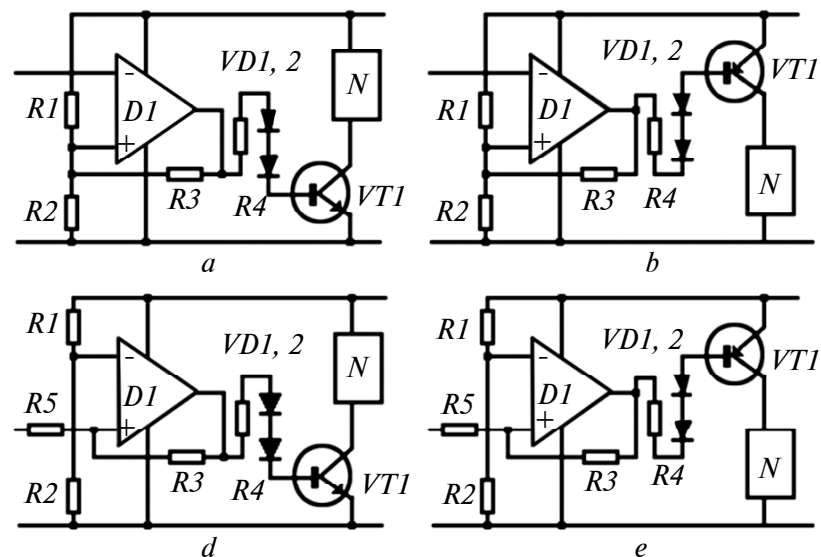
Triggerlar elektron qurilmalarning sinfi hisoblanib, ular ikki turg'un holatda bo'ladi va tashqi signal ta'sirida o'zgartiriladi. Triggerning holati chiqishdagi kuchlanish qiymatiga qarab aniqlanadi.

Ishlash prinsipiga ko'ra, triggerlar impuls qurilmasi hisoblanadi va ularning aktiv elementlari kalit rejimida ishlaydi, holatlar o'zgarishi esa juda qisqa vaqtda amalga oshadi.

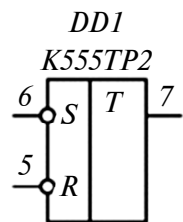
Triggerning asosiy xususiyati ikkilik ma'lumotni saqlab qolish, ya'ni dastlabki holatda «1» va keyingi holatda «0» eslab qolishi ikkilik kodida yozilgan bitta razryadni saqlab qoladi.

Triggerlar, asosan, hisoblash texnikasida keng qo'llaniladi.

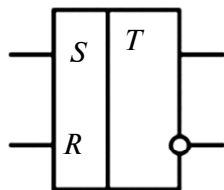
Triggerlarning sxemalari



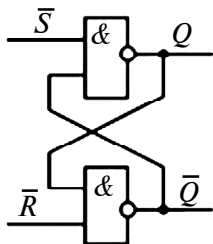
S	R	Q(t)	Q(t)	Q(t+1)	Q(t+1)
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0		1	1	0
1	0		0	1	0
1	1		1	aniqlanmagan	aniqlanmagan
1	1		0	aniqlanmagan	aniqlanmagan



Asinxron RS-trigger



Asinxron RS — triggerning shartli belgisi



Radiouzatkich — radiochastotalar diapazonidagi elektr tebranishlarni antenna orqali elektromagnit to‘lqinlar tarzida uzatuvchi qurilma (qurilmalar majmuyi); asosiy elementlari: yuqori chastotali elektr tebranishlar generatori, uzatilayotgan xabarlariga muvofiq ularning parametrlarini boshqaradigan (modulatsiyalaydigan) modulatordan iborat. Radiouzatkich axborotlarni radioto‘lqinlar yordamida uzatish tizimlari va qurilmalarining muhim qismi.

Radiouzatkich ish to‘lqini diapazoniga, antennaga berilayotgan tebranish quvvatiga, ish turiga (telegraf, telefon va boshq.), modulatsiyalash usuliga (amplitudali, chastotali, fazali va boshq.), generatsiyalovchi elektron asboblari xiliga (lampali, tranzistorli, magnetronli, klistronli va boshq.), vazifasiga (aloqa, eshittirish, lokatsion, televizion va boshq.), o‘rnatilishiga (statsionar, ko‘chma) qarab xillarga bo‘linadi.

Radiouzatkich o‘zgarmas tok (kam hollarda o‘zgaruvchan tok) energiyasini radiochastota tebranishlari energiyasiga aylantirib beruvchi generator, modulator va elektr manbayidan iborat.

Dastlabki radiouzatkichlardan birini rus ixtirochisi A. S. Popov 1895-yilda ixtiro qilgan. Radioaloqa, televideniye, radioeshittirish, radiolokatsiya, radionavigatsiya va texnikaning boshqa sohalarida, ilmiy eksperimentlarda qo‘llaniladi.

Radiotexnika (radio va texnika): 1) elektromagnit tebranishlar va radiodiapazondagi (3—31012 Gs) to‘lqinlar, ularni generatsiyalash, kuchaytirish, nurlatish, qabul qilish hamda to‘lqinlardan foydalanish haqidagi fan; 2) texnikaning axborotlarni uzatishda — radioaloqa, radioeshittirish, televideniye, radiolokatsiya va radionavigatsiyada; mashina, mexanizm hamda texnologik jarayonlarni boshqarish va nazorat qilishda radiodiapazondagi to‘lqinlar bilan elektromagnit tebranishlarni qo‘llaydigan tarmog‘i. U radiofizika, elektrotexnika, dielektriklar fizikasi, yarimo‘tkazgichlar fizikasi, elektroakustika, antenna texnikasi, elektronika va boshqalarning yutuqlariga asoslanadi.

Radiotexnika tarixi M. Faradey, J. Maksvellarning ishlaridan boshlangan. Radiodiapazondagi elektromagnit to‘lqinlarni birinchi marta G. Gers hosil qilgan va o‘rgangan (1886—89). Gers tajribasida rezonans hodisasi katta rol o‘ynagan. E. Branli (Fransiya) metall kukuniga elektr tebranishlari ta’sir qilganda ularning qarshiligi kamayishi hodisasini aniqladi (1890). O. Lodj (Buyuk Britaniya) bu hodisadan elektromagnit to‘lqinlarni aniqlashda foydalandi (1894). A. S. Popov elektromagnit to‘lqinlar yordamida simsiz aloqa o‘rnatishga harakat qildi va signallarni qayd qilish apparatini yasadi. U 1895-yil 7-mayda dunyoda birinchi radiopriyomnigini yaratdi.

Dastlab, uzatuvchi va qabul qiluvchi radiostansiyalar qisqa to‘lqinda — tez so‘nuvchi radioto‘lqinlarda ishlagan. Uzun to‘lqinlarga o‘tish va uzatkichlar quvvatini, antenna o‘lchamlarini oshirish, detektorning qo‘llanilishi bilan uzoqdagi radioaloqa sekin-asta oshirilgan. Nemis fizigi K. F. Braun tomonidan berk konturning, M. Vin (Germaniya) tomonidan maxsus razryad hosil qilgichning kashf etilishi, shuningdek, radio qurilmalarda yuqori chastotali yoy generatorlari va generator

mashinalari bilan uyg'otiladigan so'nmas to'liqlarning qo'llanilishi radiotexnikaning keyingi rivojida katta qadam bo'ldi.

1925-yilda rus ixtirochisi V. P. Vologdinning yuqori chastotali induktor mashinasi yordamida birinchi marta Moskva bilan Nyu-York orasida radioaloqa o'rnatilgan. Elektron lampalarning yaratilishi radiotexnikaning barcha sohalarida katta burilish yasadi, shu asosda so'nmas tebranishli lampali generator yaratildi. Radiolampalarning qo'llanilishi radioto'liqlarni bir necha yuz m. dan bir necha km. gacha diapazonda samarali generatsiyalashga imkon berdi. XX asrning 20-yillari boshlariga kelib radiotelegraf aloqa bilan birga radioeshittirish vujudga keldi. Qisqa va ultraqisqa to'liq diapazonlarida ishlaydigan radiolampalar, sxemalar, antennalar yaratildi. XX asr o'rtalarida elektron televideniyeining yaratilishi radiotexnika sohasida burilish yasadi. Radiolokatsiya, radionavigatsiya radiotexnikaning alohida bo'limlari hisoblanadi. Ularning usullari uzoqdagi narsalarning o'rni, tezligi va boshqalarni aniqlashga imkon beradi. Yarimo'tkazgichli diodlar yaratilishi tranzistorlarning, elektron nur asboblari esa rangli televideniyeining yaratilishiga olib keldi.

Radiotexnika jamiyat taraqqiyotining barcha sohalariga kirib bordi. Yer sun'iy yo'ldoshlari, kosmik apparatlar bilan radioaloqa qilishda, insonning kosmosga uchishini ta'minlashda, avtomatik boshqarish tizimida, xalq xo'jaligida (metallarni vakuum va inert gazlar atmosferasida juda toza eritish uchun, po'latdan yasalgan detallarni toblash uchun, tibbiyot va boshq.), radiometeorologiya, radioastronomiya, elektroakustika, tovushni yozib olish va boshqalarda radiotexnikaning ahamiyati katta. O'zbekistonda radiotexnikaga doir ilmiy texnik ishlari, asosan, Toshkent axborot texnologiyalari universitetida olib boriladi. Respublikada radiotexnikaning rivojlanishi va shu soha bo'yicha mutaxassislar tayyorlash akademik. T. D. Rajabov, texnika fanlar doktori O. A. Abduazizovlar nomi bilan bog'liq.

6-bob. RADIOUZATUVCHI QURILMALAR

6.1. Modulatsiya turlari

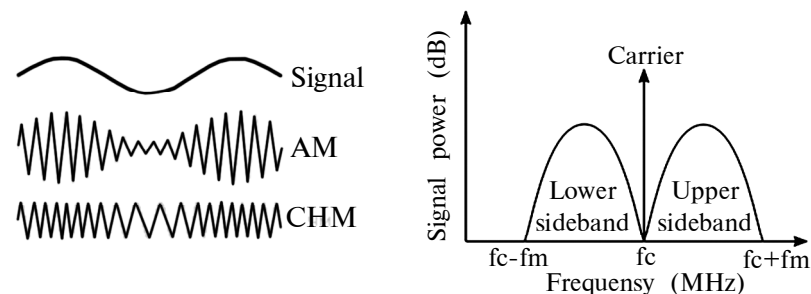
Modulatsiya deganda, biror o'zgarmas fizik jarayonni ifodalovchi kattalikning muayyan qonun bo'yicha o'zgarishi, ya'ni past chastotali xabar signalini yuqori chastotali tashuvchi signalga joylashtirish jarayoni tushuniladi. Modulatsiya jarayoni *modulator* degan qurilma, ya'ni tashqi ta'sir yordamida amalga oshiriladi.

Garmonik tebranishlar yoki to'liqlarning qanday parametri o'zgartirilishiga qarab, tebranishlar modulatsiyasi amplitudali, chastotali, fazali yoki aralash xillarga bo'linadi. Modulatorlar ham shunga yarasha har xil bo'ladi. Har qanday modulatorning asosiy qismi — boshqaruvchi element (tranzistor, elektron lampa, klistron va boshq.); uning yordamida signal modulatsiyalanadigan tebranishlar yoki to'liqlarga ta'sir qiladi.

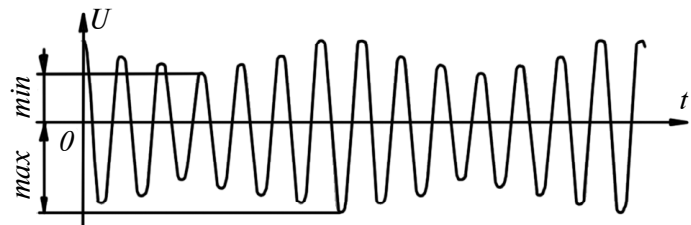
Endi quyida modulatsiyaning turlari bilan tanishib chiqamiz. Agar yuqori chastotali tashuvchi signal sinusoidal bo'lsa, u holda modulatsiyaning quyidagicha turlarini hosil qila olamiz:

1. Amplitudaviy modulatsiya (6.1-rasm). Modulatsiyaning bu turida yuqori chastotali tashuvchi signalning amplitudasi xabar o'zgarish qonuni bo'yicha o'zgartiriladi. Tashuvchi signalning chastotasi va fazasi o'zgarmay qoladi.

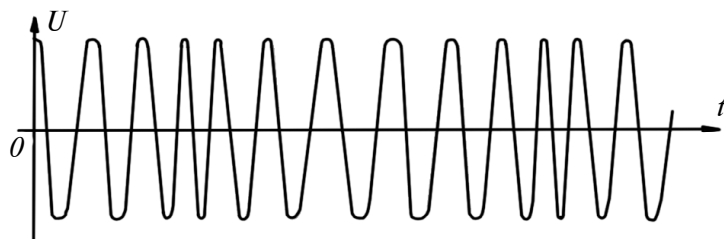
2. Chastotaviy modulatsiya (6.2-rasm). Tashuvchi signalning amplitudasi va fazasi o'zgarmay qolib, chastotasi xabar



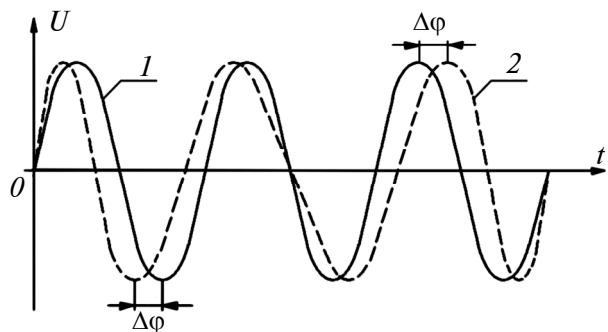
Amplitudaviy modulatsiya tebranishlar spektri.



6.1-rasm. Amplitudaviy modulatsiya.



6.2-rasm. Chastotaviy modulatsiya.



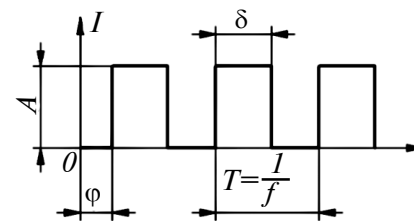
6.3-rasm. Fazaviy modulatsiya:

1—modulatsiyalanmagan tashuvchi signal;
2—modulatsiyalangan tashuvchi signal.

o'zgarish qonuni bilan o'zgartirilsa, chastotaviy modulatsiyalangan radiosignal hosil qilinadi.

3. Fazaviy modulatsiya (6.3-rasm). Agar tashuvchi signalning amplitudasi va chastotasi o'zgarmay qolib, fazasi axborot o'zgarish qonuni bilan o'zgartirilsa, fazaviy modulatsiyalangan radiosignal hosil bo'ladi.

Yuqori chastotali tashuvchi signal impuls ketma-ketligi bo'lishi mumkin (6.4-rasm).



6.4-rasm. Impuls signali

Bu yerda, $f = \frac{1}{T}$ impulsning chastotasi; A — impulsning amplitudasi; φ — impulsning fazasi; δ — impulsning kengligi; T — davri.

Impulsi modulatsiyada past chastotali xabar signali yuqori chastotali impuls ketma-ketligining amplitudasi, chastotasi, fazasi va impuls kengligiga ham joylashtirilishi mumkin.

Demak, yuqori chastotali tashuvchi signal impuls ketma-ketligi bo'lsa, modulatsiya turlari to'rt xil bo'ladi:

1. Amplituda-impulsi modulatsiya.
2. Chastota-impulsi modulatsiya.
3. Faza-impulsi modulatsiya.
4. Kenglik-impulsi modulatsiya.

Modulator sxemalari modulatsiya turlariga mos qurilgan bo'ladi. Masalan, amplitudaviy modulatsiyalangan radiosignal olish uchun amplitudaviy modulator sxemasi ishlatiladi va h.k.

Radioelektronikada ko'pgina elektron asboblarning ishi elektron oqimlarini modulatsiyalashga asoslangan. Masalan, kineskoplarda ekranga uzatiluvchi televizion shakllarni hosil qiluvchi elektron nuri intensivligi modulatsiyalanadi. Klistronlarda elektron oqimining tezligi bo'yicha modulatsiyalash oqimda elektronlarni guruhlashga olib keladi. Bu esa, o'z navbatida, guruhlashgan elektronlar kinetik energiyasini o'ta yuqori chastotali tebranishlar energiyasiga aylantirilishiga olib keladi.

Radio va optik diapazonlarda elektromagnit tebranishlarning hamda akustik to'lqinlarning modulatsiyalari katta amaliy ahamiyatga ega. Ma'lumotlar uzatish samaradorligini oshirish, turli tizim va qurilmalarda chastota taqsimotini ta'minlash, signallarning vaqtga bog'liq parametrlarini o'lchash uchun

texnik qurilma va tizimlarda tebranishlar modulatsiyasi zarur hisoblanadi.

Ko'pincha modulatsiyalangan signal impuls tarzida, natijasi esa yuqori chastotali impulslar to'plami yoki radioimpuls ko'rinishda bo'ladi.

Modulatsiya jarayoni bundan tashqari yorug'lik texnikasida, yorug'lik nuri yorqinligini yoki yorug' dog' o'lchamini kelayotgan signallarga muvofiq ravishda o'zgartirish, ovozni optik usulda yozib olish, fototelegraf va boshqa sohalarda qo'llanadi.

6.2. Chastotaviy modulatsiya. Impulsi modulatsiya. O'ta yuqori chastotali generatorlar va uzatkichlar

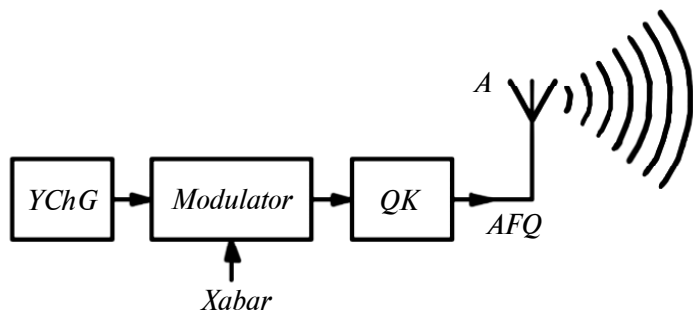
Radiosignal hosil qiluvchi va uzatuvchi qurilma *radiouzat-kich* deb ataladi. Radiouzat-kichning asosiy vazifasi radiosignal ishlab chiqarib, atrofga tarqatishdan iborat.

Uning tuzilish sxemasi 6.5-rasmda keltirilgan.

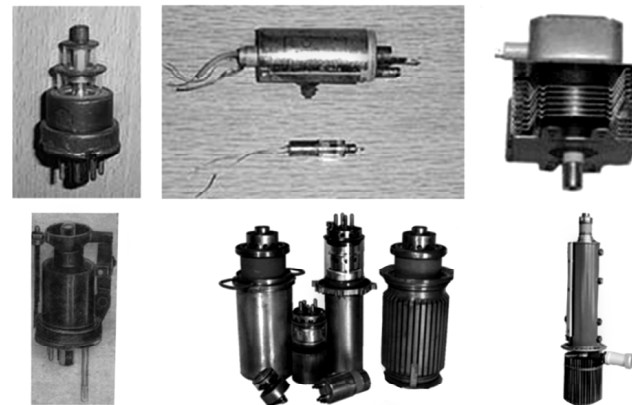
Sxemadagi yuqori chastota generatori (YChG) yuqori chastotali signal ishlab chiqaradi. Modulator xabar signalini generatordan chiqqan yuqori chastotali signalga modulatsiya yo'li bilan joylashtiradi. Natijada radiosignal hosil qilinadi.

Sxemadagi quvvat kuchaytirgichi (QK) hosil bo'lgan radio-signalni belgilangan masofaga tarqalishi uchun kerak bo'ladigan quvvatgacha kuchaytirib beradi.

Radiouzat-kich tuzilishiga kiruvchi generator, modulator va kuchaytirgich radiouzat-kichning asosiy qismini tashkil qilib, bitta qobiqqa o'rnatiladi. Ular bajaradigan vazifalariga yerda,



6.5-rasm. Uzat-kich.



6.6-rasm. O'ta yuqori chastota asboblari

suvda, suvostida, havo kemasining bortida, kosmosda, yerostida joylashtiriladi.

Radiouzat-kichning o'ta yuqori chastotali signal hosil qiluvchi generatori o'ta yuqori chastota asboblari asosida yaratiladi (6.6-rasm).

Uzat-kichning chiqish qismi signal tarqatuvchi antennaga ulanishi kerak. Tarqatuvchi antenna uzat-kich o'rnatilgan joyga nisbatan metrning o'ndan biridan boshlab metrning o'nlab uzunligiga teng masofalarda boshqa joyga o'rnatilgan bo'ladi. Masalan, uzoqdan aloqa qiluvchi radiostansiya samolyotning ichki qismiga o'rnatilgan bo'ladi, tarqatuvchi antennasi esa samolyot qobig'i tashqarisida o'rnatilgan bo'ladi. Shuning uchun uzat-kich bilan antennagacha bo'lgan radiosignal uzatilishi antenna-fider qurilmasi yordamida bajariladi.

Radiouzat-kich ishlab chiqargan radiosignalni tarqatuvchi antennaga uzatuvchi qurilmalar majmuasi *antenna-fider qurilmasi* deb ataladi. Antenna-fider qurilmasi tarkibiga o'ta yuqori chastota qurilmalari, ya'ni uzun yo'llar, to'lqin uzat-gichlar, o'ta yuqori chastota kabellari va optik tolali kabellar kiradi (6.7-rasm).

Radiosignallarni atrofga uzatish uchun to'lqin tarqatuvchi antennalar ishlatiladi. Tarqatuvchi antennalar o'tkazgich materialdan turli shakllarda yasalgan bo'ladi. Elektr o'tkazuvchan jism tarkibida yarimerkin elektronlar harakatda bo'lib, elektr toki hosil bo'lishida ishtirok etadi.

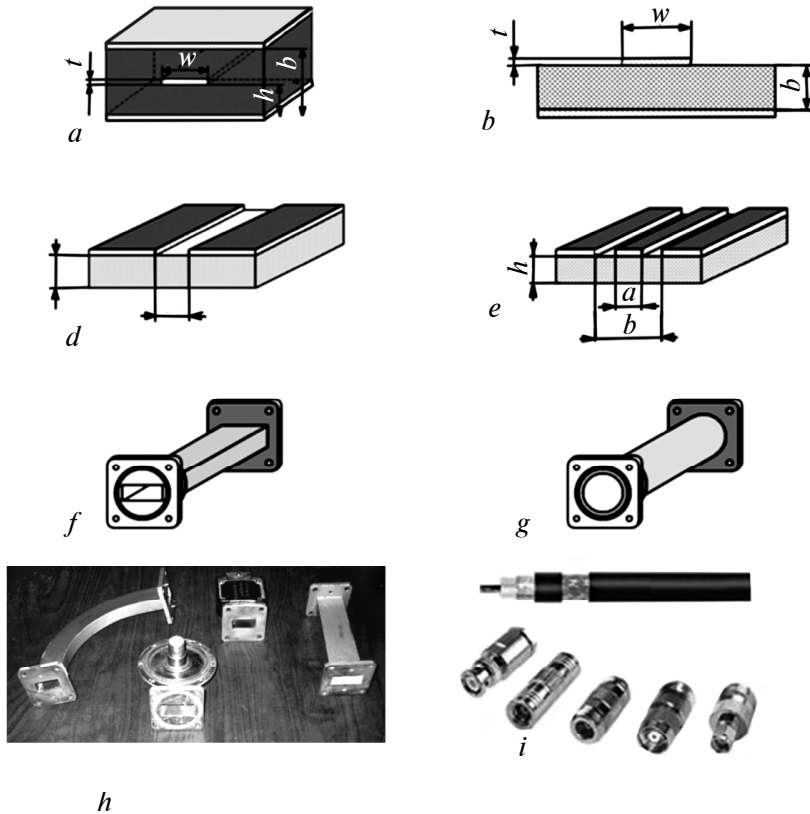
6.3. Radio uzatuvchi qurilmalarning vazifasi va tuzilishi

Radio uzatuvchi qurilmalar vazifasi, chastotalar diapazoni, nurlanish turi va quvvatiga ko'ra sinflanadi. Radio uzatuvchi qurilmaning vazifasi uzatilayotgan ma'lumotning turiga hamda radioelektron tizimga bog'liq bo'ladi. Radioaloqaviy, radioeshittirish, televizion, radiolokatsion, radionavigatsion va boshqa turlari mavjud. Shuningdek, ishlatilish sohasiga ko'ra, avtomobilda, havo kemasida yoki boshqa obyektlarda o'rnatiladi.

Chastotalar diapazoniga ko'ra, yuqori chastotali va o'ta yuqori chastotali turlarga bo'linadi.

Radiotizim va radiouzatkichlarning ayrim tiplari

Diapazon	To'lqin uzunligi	Chastota	Radiouzatkichning vazifasi
Miriametrl (o'ta uzun to'lqinlar)	100—10 km	3—30 kGs	Uzoq radionavigatsiya
Kilometrl (uzun to'lqinlar)	100—1 km	30—300 MGs	Radioeshittirish
Gektometrli (o'rta to'lqin)	1000—100 km	0,3—3 MGs	Radioeshittirish
Dekametrli (qisqa to'lqin)	100—10 km	3—30 MGs	Radioeshittirish Mobil radioaloqa 27 MGs diapazondagi havaskor radioaloqa
Metrl (ultra-qisqa to'lqin)	10—1 km	30—30 MGs	Televizion ko'rsatuv, mobil radioaloqa, samolyotdagi radioaloqa
Detsimetrli (L, S diapazon)	1—0,1 km	0,3—3 GGs	Televizion ko'rsatuv, kosmik radioaloqa va radionavigatsiya, uyali radioaloqa, radiolokatsiya



6.7-rasm. Radiosignal uzatuvchi qurilmalar:

a, b—tasma yo'llar; *d*—teshikli yo'l; *e*—komplanar yo'l; *f, g*—to'lqin uzatkichlar; *h*—moslovchi qurilmalar; *i*—koaksial kabel va uning qovushtirgichlari.

Agar uzatuvchi antennaga yuqori chastotali elektr manbai ulansa, undagi zaryadlar harakati natijasida atrofdagi muhitda elektr va magnet maydon energiyasi goh bir, goh ikkinchi tomonga yo'nalib siljiydi. Zaryadlar vujudga keltirgan maydon bir-biridan ajratish mumkin bo'lmagan elektr va magnet maydonlari, ya'ni elektromagnet maydoni bo'ladi.

Zaryadlar harakat tezligining o'zgarishi tufayli elektromagnet nurlanish paydo bo'ladi. Elektromagnet maydon paydo bo'lgan joyidan yorug'lik tezligiga teng $V = C$ aniq o'zgarmas tezlik bilan atrofqa tarqaladi. Bu esa atrofqa tarqaluvchi radiosignal bo'ladi.

Santimetrli (S, X, K diapazonlar)	10—1 sm	3—30 GGs	Kosmik radioaloqa, Radiolokatsiya Radionavigatsiya Radioastronomiya
Millimetrli	10—1 sm	30—300 GGs	Kosmik radioaloqa, Radiolokatsiya Radioastronomiya

6.4. Radio uzatuvchi qurilmalarning kaskadlari va bloklari

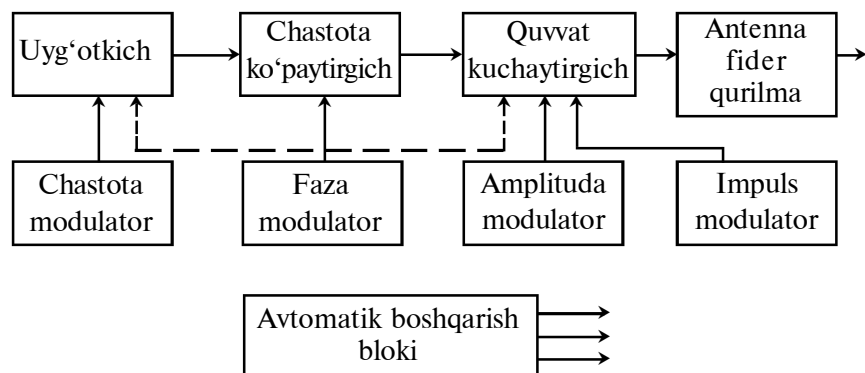
Radio uzatuvchi qurilma bir nechta kaskad va bloklardan tashkil topgan bo'lib, har bir blok alohida yoki boshqa bloklar bilan birgalikda ma'lum bir vazifani bajaradi:

- *avtogenerator* — yuqori chastotali yoki o'ta yuqori chastotali tebranishlari manbai;
- *generator* — signallarni quvvat bo'yicha kuchaytirgich;
- *chastota ko'paytirgich* — tebranishlar chastotasini ko'paytirishga xizmat qiladi;
- *chastota o'zgartirgich* — tebranishlar chastotasini ma'lum bir kattalikka siljitish uchun xizmat qiladi;
- *chastota bo'luvchi* — tebranishlar chastotasini bo'lish uchun xizmat qiladi;
- *chastota modulator* — chastota modulatsiyasini amalga oshiradi;
- *faza modulator* — faza modulatsiyasini amalga oshiradi;
- *filtrlar* — signallarni faqat aniq bir chastotalar diapazonida o'tkazish uchun xizmat qiladi;
- *signallar quvvatlarini jamlovchi asbob* — summator (ham bo'luvchi vazifasini bajaradi), bunda bir tipdagi signallar quvvatlarini yig'ish yoki quvvat bo'yicha signallarni bir necha marotaba bo'lish;
- *ko'priksimon qurilma* — summatorning bir turi, ikki signalning quvvatlarini qo'shish yoki signal quvvatini ikki marta bo'lishda ishlatiladi;

- *yo'naltirilgan tarmoqlantiruvchi* — asosiy kanaldan tarqatilayotgan signal quvvatini ajratib olish uchun xizmat qiladi;
- *muvoqilashtiruvchi qurilma* — radio uzatuvchi qurilmaning chiqishidagi qarshilik bilan antenaning kirishidagi qarshilikni muvoqilashtiradi;
- *attenyuator* — signal quvvatini sozlovchi qurilma;
- *faza aylantirgich* — signal fazasini boshqarish uchun xizmat qiladi;
- *bir yo'nalishli ferritli qurilma (sirkulator va ventil)* — signalni faqat bir tomonga o'tkazadi;
- *muvozanatlovchi qarshilik* — bunda signal quvvatining yutilishi ro'y beradi.

Kaskadlardan tuzilgan asosiy bloklarga quyidagilar kiradi:

- *yuqori chastota yoki o'ta yuqori chastota signalni quvvat bo'yicha kuchaytirish bloki* — tashqi uyg'otuvchiga ega bo'lgan ketma-ket ulangan generatorlardan iborat qurilma;
- *chastota ko'paytirish bloki* — katta miqdorda ko'paytirish koeffitsiyentiga ega bo'lish uchun qo'llaniladi;
- *chastotalar sintezatori* — diskret chastotalar to'plamini hosil qilish uchun mo'ljallangan;
- *uyg'otuvchi* — tarkibida chastotalar sintezatori va chastotali yoki fazali modulator mavjud bo'lgan qurilma;
- *amplitudaviy modulator* — amplitudaviy modulatsiya hosil qiluvchi qurilma;
- *impulsi modulator* — impulsi modulatsiya hosil qiluvchi qurilma;
- *antenna-fider qurilma (AFQ)* — radio uzatkichning chiqishi va antenna bilan bog'lovchi qurilma;
- *avtomatik rostlash bloklari* — radio uzatkichning parametrlarini boshqarish va rostlash uchun xizmat qiladi. Bular: chastotani avtomatik sozlash qurilmasi, kuchaytiruvchi kaskadlarning elektr zanjirlarini avtomatik boshqarish, muvoqilashtiruvchi qurilmani avtomatik boshqarish, quvvatni avtomatik boshqarish, issiqlik rejimini avtomatik tarzda ushlab turish.



Radio uzatuvchi qurilmalarning umumiy tuzilish sxemasi.

Zamonaviy avtomatik rostdash qurilmalari mikroprotsessorlar asosida qurilgan.

Uyg'otkichning vazifasi kerakli barqarorlikda ishchi chastotalar to'riini hosil qilishga xizmat qiladi. Nisbatan kichik chastotalarda uyg'otkich «kvars—to'lqin» prinsipi asosida quriladi, bu esa har bir chastotaga o'zining kvars avtogeneratori mos kelishini bildiradi. Bir chastotadan ikkinchisiga o'tishni elektron kommutator amalga oshiradi.

Agar chastotalar soni ko'p bo'lsa, u holda uyg'otkich raqamli chastotalar sintezatoridan tashkil topib, uning tarkibiga kvarsli avtogenerator, o'zgaruvchan bo'lish koeffitsiyentli bo'luvchi va chastotaning avtomatik sozlash qurilmasi kiradi. Bunday sintezator katta integral mikrosxema asosida qurilishi mumkin.

Kvars avtogeneratorining chastotasi, odatda, 100 Gs.dan yuqori bo'lmaydi. Agar radiouzatkichning chastotasi 100 Gs.dan ortib ketsa, u holda signal chastotasini bir necha barobar ko'paytiruvchi qurilma ishga tushadi.

Radiouzatkichning talab qilingan chiqish quvvatini ta'minlash tashqi uyg'otkichli yuqori chastota yoki o'ta yuqori chastota generatori kaskad ko'rinishida ulangan quvvatni kuchaytirish bloki orqali ta'minlanadi. Radiouzatkichning chiqish quvvati bitta kaskadning quvvati miqdoridan ortib ketsa, u holda chiqish kaskadida generatorlar quvvati qo'shiladi.

Radiouzatkichning chiqish kaskadi va antenna oralig'ida antenna-fider qurilmasi ulanadi. Uning tarkibiga radiouzatkichning ikkinchi darajali nurlanishini so'ndiruvchi filtr, datchik hamda muvofiqlashtiruvchi qurilma kiradi. O'ta yuqori chastotalar bilan ishlaganda muvofiqlashtiruvchi qurilma o'rnida bir yo'nalishli ferritli qurilma — ventil yoki sirkulator qo'llaniladi.

Radiouzatkichning uyg'otgichida fazaviy modulatsiya, uyg'otgich yoki yuqori chastotali ko'paytirgich va kuchaytirgichda amplitudaviy modulatsiya hamda yuqori chastotali kuchaytirgichlarda esa impulsli modulatsiya hosil bo'ladi.

Avtomatik boshqarish bloki orqali radiouzatkichning parametrlarini avtomatik tarzda barqarorlashtiradi (birinchi navbatda, quvvat va harorat), shuningdek, ekspluatatsiya jarayoni buzilganda himoyalash va yonib-o'chirish, chastotalarni qayta sozlashni boshqarish kabi vazifalar bajariladi.

Radiouzatkich qurilayotgan vaqtda uning vazifasi, ish rejimi va quyidagi asosiy parametrlari hisobga olinadi: antennaga uzatilayotgan chiqish quvvati — P_A ; ishchi chastotalar diapazoni — f_1-f_2 ; chastotaning barqarorligi; modulatsiya turi va modullashgan signal xarakteristikasi.

Radiouzatkichning quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$K_P = P_A / (K_{AFU} \cdot P_{uyg'ot})$$

bu yerda: P_A — antennaga uzatilayotgan signal quvvati; $K_{AFU} < 1$ — antenna-fider qurilmaning uzatish koeffitsiyenti; $P_{uyg'ot}$ — uyg'otgich signalining quvvati (odatda, $P_{uyg'ot} < 10-20$ MVt).

Shu parametr 1 Vt.ga nisbatan detsibellarda ifodalansa, u holda yuqoridagi ifodani:

$$K_{P(\text{dB})} = 10 \lg P_A - 10 \lg P_{uyg'ot} - 10 \lg P_{AFU} \quad (2.1)$$

ko'rinishda yozish mumkin. Bu yerda, P_A , $P_{uyg'ot}$ — quvvat, Vt.

Chastota bo'yicha ko'paytirishning umumiy koeffitsiyenti:

$$K_f = f_1 / f_{uyg'ot} = f_2 / f_{2uyg'ot} \quad (2.2)$$

bu yerda: $f_1 - f_2$ — radiouzatkichning chastotalar diapazoni;
 $f_{1\text{uyg'ot}} - f_{2\text{uyg'ot}}$ — uyg'otkichning chastotalar diapazoni.

Alohida kaskadlarning ko'paymasidan hosil bo'lgan K_f yordamida ko'paytirgichlarning soni aniqlanadi, ya'ni ularning har biri $K_{f\text{kack.}} = 2-3$ qiymatga ega bo'ladi.

Radiouzatkichning quvvat bo'yicha signal kuchaytirish umumiy koeffitsiyenti alohida kaskadlar koeffitsiyentlarining yig'indisiga teng. Kaskadlardagi elektron asbob xilini tanlab, ma'lumotnoma yoki hisoblash orqali asbobning kuchaytirish koeffitsiyenti aniqlanadi, so'ngra loyihalashtirilayotgan radio-uzatkichning struktura sxemasi tuziladi.

Quyidagi misolni ko'rib chiqamiz: antennaga uzatilishi lozim bo'lgan quvvat qiymati $P_A = 20$ Vt, AFQning uza-tish koeffitsiyenti 0,8 yoki 1 dB, uyg'otkichning quvvati $P_{\text{uyg'ot.}} = 5$ MVt.

(2.1) ifoda orqali radiouzatkichning quvvat bo'yicha ku-chaytirish koeffitsiyentini hisoblasak,

$K_{P(\text{dB})} = 10 \lg 20 - 10 \lg 0,8 - 10 \lg 0,005 = 13 + 1 + 23 = 37$ dB
yoki $K_p = 5000$ kelib chiqadi.

Agar elektron asbobning kuchaytirish koeffitsiyenti 10 dB, ya'ni 10 marotaba katta bo'lsa, 37 dB umumiy kuchaytirish koeffitsiyenti olish uchun 4 ta ketma-ket ulangan yuqori chas-totali generatori — yuqori chastotali tebranishlar quvvat ku-chaytirgichi kerak bo'ladi.

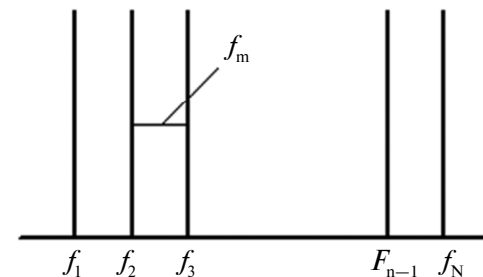
6.5. Radiouzatkichning parametrlari

Radiouzatkichning texnik ko'rsatkichlarini xarakterlovchi asosiy parametrlari quyidagilardan iborat:

chastotalar diapazoni $f_1 - f_N$;

chastotalar soni N . Diapazon oralig'idagi chastotalar soni. Eng sodda holatda radiouzatkich bir chastotali bo'lishi mum-kin, u holda $N = 1$ bo'ladi.

Ishchi chastotalar to'ringing qadami Δf_{sh} quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:



6.8-rasm. Generator chastotasining to'ri $f_1 - f_N$.

$$\Delta f_{sh} = (f_N - f_1)/(N - 1) \quad (3.3)$$

bu yerda, $N \geq 2$.

Radiouzatkich qayd etilgan istalgan chastotalar diapazoni $f_1 - f_N$ da ishlashi mumkin (6.8-rasm). Masalan, samolyot bortidagi ultraqisqa to'lqinda ishlaydigan radioaloqa qurilma-sining radiouzatkichi 118—136 MGs diapazonda ishlaydi, chastota qadami $\Delta f_{sh} = 25$ kGs va chastotalar soni (3.3) ifodaga ko'ra, $N = 721$ ni tashkil etadi.

Belgilangan chastotalar diapazoni $f_1 - f_N$ hamda qayd etil-gan, masalan, f_2 va f_3 diapazondan tashqari diapazonda radio-uzatkichning nurlantirilishi va signal tarqatishi taqiqlanadi.

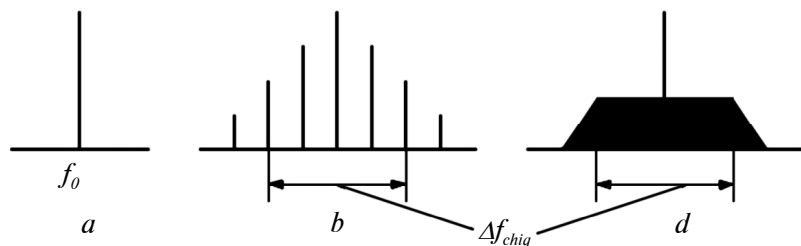
Tebranishlar chastotasining beqarorligi. Bular quyidagicha tavsiflanadi: mutlaq va nisbiy, uzoq muddatli hamda qisqa muddatli.

Chastotaning mutlaq beqarorligi deganda, f chastotaning radiouzatkich chastotasining nominal qiymati f_{nom} dan og'ishi tushuniladi. Masalan, nominal chastota $f_{nom} = 120$ MGs bo'lib, amalda esa radiouzatkich chastota $f = 119,9994$ MGs nurlan-tirayotgan bo'lsa, u holda chastotaning mutlaq beqarorligi yuzaga keladi:

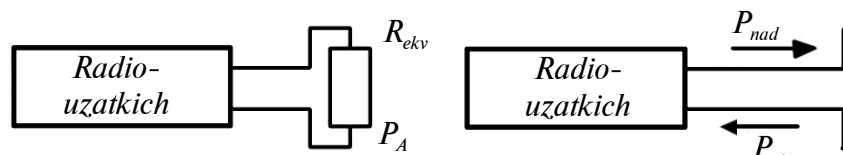
$$\Delta f_{\text{beq.}} = f_{\text{nom}} - f = 120 - 119,9994 \text{ MGs} = 0,0006 \text{ MGs} = 0,6 \text{ kGs.}$$

Nisbiy beqarorlik deganda, mutlaq beqarorlikni chastota-ning nominal qiymatiga nisbatiga aytiladi:

$$\Delta f = \Delta f_{\text{beq.}} / f_{\text{nom}} \quad (2.4)$$



6.9-rasm. Tashuvchi va modulyatsiyalangan tebranishlar spektrlari.



6.10-rasm.

Yuqorida ko‘rilgan misol uchun (2.4) ifoda bo‘yicha nisbiy beqarorlik:

$$\Delta f = 0,0006/120 = 0,000005 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ ni tashkil etadi.}$$

Zamonaviy radiouzatkich qurilmalarida nisbiy beqarorlik, odatda, $(2-3)10^{-6}$ dan ortmaydi. Radionavigatsiya tizimlarida esa talab birmuncha yuqori qo‘yiladi: $\Delta f \leq 10^{-9}$.

Nurlanish chastotasining ajratilgan polosasi Δf_{chiq} . Tashuvchi tebranishlar rejimida radiouzatkichni quyidagi signal nurlantiradi:

$$u = U_0 \cdot \cos(2\pi f_0 + \varphi_0),$$

bu yerda, f_0 — tashuvchi tebranishlar chastotasi. Bunday tebranish spektri bitta tashkil etuvchidan iborat.

Modulyatsiya turidan qat’i nazar, signal spektri chiziqli va Δf_{sn} to‘la spektrga ega bo‘ladi.

Ushbu spektr uchun ma’lum bir chastota kengligi Δf_{chiq} ajratiladi, bunda $\Delta f_{sn} \leq \Delta f_{chiq}$ tengsizlikni ta’minlash kerak bo‘ladi, ya’ni signalning spektri ajratilgan kenglikda bo‘lishi kerak, aks holda radiouzatkichning nurlanishi boshqa radiouzatkichlar nurlanishiga xalaqit berishi mumkin.

Tashuvchi tebranishlarning chiqish quvvati P_A — aktiv quvvat. Radiouzatkichdan antennaga kelayotgan quvvat. Antenna kompleks kirish qarshiligiga $Z_A = R_A + jX_A$ ega. Shuning uchun ham radiouzatkichning chiqish quvvati o‘lchanganda, antenna ekvivalent qarshilik $Z_{ekv} = Z_A$ bilan almashtirilishi mumkin.

P_A quvvatni radiouzatkich antennaga ulangan holatda ham aniqlash mumkin. Fider qurilma bo‘ylab ikki nur — kelayotgan signal va antennadan aks etgan signal nurlanadi. Radiouzatkichning nurlanishi quvvati

$$P_A = P_{nad} - P_{otr} \quad (2.5)$$

ifoda orqali aniqlanadi. Bu yerda, P_{nad} — uzatilayotgan to‘lqin quvvati; P_{otr} — aks etgan to‘lqin quvvati.

Radiouzatkich iste’mol qilayotgan quvvatlar yig‘indisi, P_{0yig} .

Foydali ish koeffitsiyenti f.i.k., radiouzatkichning chiqish quvvatining iste’mol quvvatiga nisbati tushuniladi:

$$\eta = P_A / P_{0yig}$$

Nazorat savollari

1. Radiouzatkich qanday vazifani bajaradi?
2. Radiouzatkichning tuzilish sxemasini tushuntirib bering.
3. Yuqori chastota generatori qanday vazifani bajaradi?
4. Radiouzatkich antenasi ishlashini tushuntirib bering.

7-bob. RADIOSIGNAL QABUL QILUVCHI QURILMALAR

7.1. Radio qabul qilish asoslari

Radiouzatkich yordamida fazoga tarqatilgan radioto‘lqinlarni qabul qiladigan va kuchaytirib beradigan qurilmalar *radio qabulqilgich* deb ataladi.

Radio qabulqilgich antenasida turli radioto‘lqinlardan hosil bo‘lgan e.y.k. ichidan radiostansiya kerakli signallarni ajratadi, kuchaytiradi va tovush eshittirish apparati (radiokarnay, telefon, telegraf apparati va boshq.)ga ta’sir qiluvchi ancha past chastotali e.y.k.ga aylantiradi (detektorlaydi). Bu funksiyalarni radio qabulqilgich tarkibiga kiruvchi, kerakli chastotaga sozlovchi chastotali selektiv rezonans zanjirlari (tebranish konturli elektr filtrlar, hajmiy rezonatorlar), elektr tebranishlarini kuchaytirgichlar va detektorlar bajaradi. Bular-dan tashqari, radio qabulqilgichda avtomatik rostdlash zanjiri, qabul qilingan axborotlarni eshittirish (karnay, kineskop) va radio qabulqilgich ishini tekshirish (o‘lchash asboblari, indikatorlar) jihozlari bo‘ladi.

Qabul qilinadigan signallarni modulatsiyalash (o‘zgartirish) turiga qarab, radio qabulqilgich detektorli, amplitudali, chastotali, fazali yoki boshqa tipda bo‘lishi mumkin. Radio qabulqilgich ishining asosiy ko‘rsatkichlari: sezgirligi — kuchsiz radiosignallarni qabul qilish xususiyati; selektivligi — foydali signallarni begona radiochastotali tebranishlar (radioxalaqitlar)ni bir necha martagacha pasaytirib, ulardan ajratib olish xususiyati; barqarorligi — qo‘shimcha operatsiyalarni, masalan, sozlash, qayta ulash va boshqalarni bajarmay uzluksiz qabul qilishni ta’minlash xususiyati.

Radio qabulqilgich vazifasiga (radioeshittirish, televizion, aloqa, radiolokatsion va boshq.), radioto‘lqinlarni qabul qilish usuliga (supergeterodin, regenerativ va boshq.), ish turiga

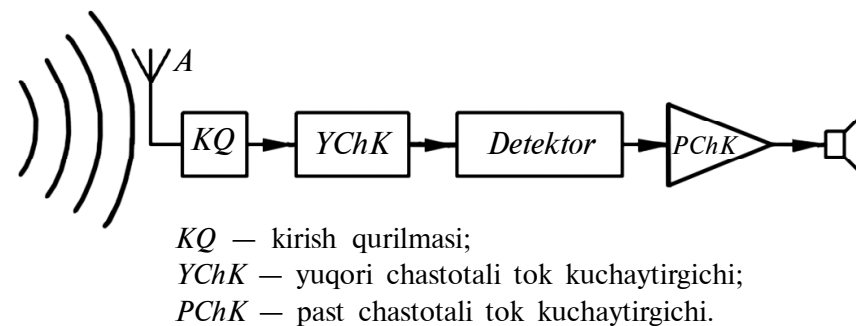
(telegraf, telefon radiopriyomnigi va boshq.), modulatsiyalash usuliga, qabul qiladigan radioto‘lqinlar diapazoniga, energiya bilan ta’minlanish usuliga (o‘zgaruvchan tok tarmog‘i, batareya va boshq.) qarab xillarga ajraladi. Har qanday radio qabulqilgich quvvati, sezgirligi, signallarni tanlovchanligi va boshqalar xususiyatlar bilan ifodalanadi.

Radio qabulqilgichning tuzilish sxemasi 7.1-rasmda keltirilgan.

Bu yerda kirish qurilmasi (KQ) qabul qiluvchi antennada hosil bo‘lgan cheksiz radiosignallarning ichidan bizga kerakli chastotali signalni ajratib olish uchun ishlatiladi. Qabul qilingan signal yuqori chastota kuchaytirgich yordamida kerakli quvvatgacha kuchaytiriladi. Kuchaytirilgan radiosignal detektorga uzatiladi va detektor yordamida yuqori chastotali tashuvchi signaldan past chastotali xabar signali ajratib olinadi.

Radiosignaldan xabar signalini ajratib oluvchi qurilma *demodulator (detektor)* deb ataladi. Modulatsiyalangan radiosignal turiga qarab demodulator ham xuddi o‘sha turda qurilgan bo‘lishi kerak. Shu sababdan detektorlarning amplitudaviy, chastotaviy, fazaviy va boshqa turlari ixtiro qilingan. Detektorda ajratib olingan signal kuchaytirilib, tegishli o‘zgartirgichlarga uzatiladi.

O‘zgartirgichlar esa yuqorida aytganimizdek, past chastotali kuchaytirilgan signalni tovushga aylantiruvchi, tasvir hosil qiluvchi, yozib oluvchi yoki mexanik qurilma bo‘lishi mumkin.



7.1-rasm.

DETEKTORLASH, demodulatsiya — elektr tebranishlarini o'zgartirib, o'zgarimas tok yoki ancha past chastotali elektr tebranish hosil qilish. Eng keng tarqalgani xoli demodulatsiya bo'lib, unda modulatsiyalangan yuqori chastotali tebranishlardan past chastotali modulatsiyalovchi signal ajratib olinadi. Detektorlash radio qabul qiluvchi qurilmalarda tovush chastotalarini, televideniya tasvir signallarini ajratib olishda ishlatiladi.

Detektorlashda elektr tebranishlar detektorga uzatiladi; bunda u bir xil yo'nalishdagi tokni o'tkazadi va tebranishlar ko'plab bir xil ishorali tok impulslariga aylanadi. Agar tebranishlar qisman to'g'rilansa, ya'ni detektor orqali tok har ikki yo'nalishda o'tsa (detektor elektr o'tkazuvchanligi turlicha bo'lsa), detektorlash sodir bo'ladi. Detektorlash uchun turli yo'nalishda turlicha elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan istalgan qurilmadan, masalan, dioddan ham foydalanish mumkin. Chastota signalini ajratib olishda filtrdan foydalaniladi. Eng oddiy filtr qarshilik va sig'imdan iborat qurilma hisoblanadi.

Detektorlashda elektron lampa, yarimo'tkazgichli diod, vakuumli triodlar, chiziqlimas kristallar ishlatiladi.

RADIOSTANSIYA (radio va stansiya) — axborotlarni radioto'lqinlar yordamida uzatish yoki qabul qilish uchun mo'ljallangan texnik qurilmalar va apparatlar majmuyi. Radiostansiyada radiouzatkich, radiopriyomnik, antennalar, tok manbayi va sovitish qurilmalari, kabel yoki havo liniyalari, boshqarish punktlari va boshqalar bo'ladi. Uzatuvchi, qabul qiluvchi va qabul qiluvchi-uzatuvchi radiostansiyalar bor.

Uzatuvchi radiostansiya radioeshittirish (konsertlar, spektakllar va boshqalarni bir tomonlama uzatish uchun), televizion (televideniye dasturlarini uzatish uchun), magistral radioaloqa (telegraf va telefon apparatlari yordamida radioaloqa o'rnatish uchun) hamda maxsus (radionavigatsiya, radioastronomiya va boshqalar uchun) xillari bor. Ultraqisqa, qisqa, o'rta va uzun to'lqinlarda ishlaydi. Unda faqat radiouzatkich bo'ladi (radiopriyomnik bo'lmaydi).

Uzatuvchi televizion radiostansiyada ikkita radiouzatkich bor: biri tasvirni, ikkinchisi tovushni uzatadi. Qabul qiluvchi

radiostansiya uzatuvchi radiostansiya signallarini qabul qiladi. Asosiy qismlari: antenna va radiopriyomnik. Muqim (statsionar) va ko'chma xillari bor.

Odatda, ko'chma radiostansiya radiouzatkich bilan birga ishlatiladi. Qabul qiluvchi-uzatuvchi radiostansiya ikki tomonlama aloqa qilishga imkon beradi. Asosiy qismlari: antenna, radiouzatkich, radiopriyomnik, tok manbayi va qo'shimcha qurilmalar.

Signallarni galma-gal uzatadigan va qabul qiladigan (simpleks) hamda bir vaqtda uzatib qabul qiladigan (dupleks) muqim va ko'chma xillari bor. Ko'chma radiostansiya avtomobil, samolyot, kema va boshqalarga o'rnatiladi. Muqim radiostansiya maxsus binoga joylashtiriladi.

7.2. Radiolokatsiyaning asosiy tushunchalari

Radiolokatsion jihozlar radioto'lqinlarning xossaligidan foydalanishga asoslanib quriladi. Bunday xossalik radioto'lqinlarning jism yuzasidan qaytish effekti, nurlanish va qayta nurlanish hodisalaridir.

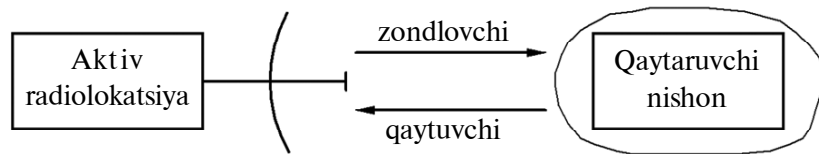
Radiolokatsion jihozlar yordamida harakatdagi turli nishonlarni aniqlash, ular harakati parametrlarini o'lchash vazifalari bajariladi.

Nishonni aniqlash, uning koordinatalari va harakat parametrlarini o'lchash jarayoni *radiolokatsion kuzatuv* deb ataladi. Bunday jarayonni bajaradigan tizim va qurilmalar radiolokatsion stansiya yoki radiolokator deb ataladi.

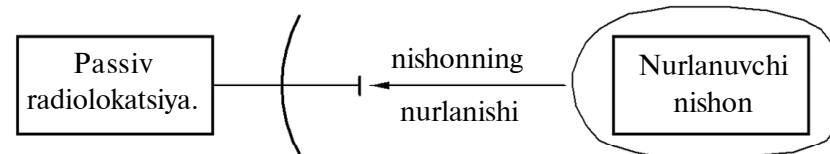
Radiolokatsion nishonni aniqlash uslubiga qarab radiolokatsiya jarayoni aktiv radiolokatsiya, passiv radiolokatsiya va aktiv javobli radiolokatsiya turlariga bo'linadi.

Aktiv radiolokatsiya (7.3-rasm) usuli radiolokatsion stansiya uzatkichi radiolokatsion kuzatuv jarayonida tarqatgan elektromagnit to'lqinlari nishondan qaytganidan so'ng qabulqilgichi orqali qabul qilib olishga asoslangan.

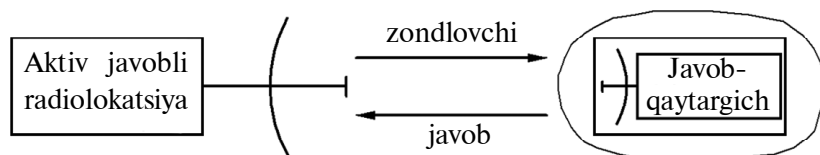
Bu yerda radiostansiyaning qabulqilgichi qaytgan signalni qayta ishlab, nishon to'g'risidagi ma'lumotni ajratib oladi.



7.2-rasm. Aktiv radiolokatsiya



7.4-rasm. Passiv radiolokatsiya.



7.3-rasm. Aktiv javobli radiolokatsiya.

Radiolokatsion stansiya uzatkichi nurlatgan (tarqatgan) signal zondlovchi va qabul qilgichi qabul qilgan signal *qaytgan signal* deb ataladi.

Aktiv radiolokatsiyaning boshqa turi aktiv javobli turidir (7.3-rasm). Bunday usul tizimda radiolokatsion kuzatuv nishonida maxsus retranslatsion qabul qilgich-uzatkich o'rnatilgan bo'lib, uning qabul qilgichi radiolokatsion stansiya signalini qabul qilib olgandan so'ng, qayta ishlab uzatkichi orqali atrofga shifrlangan javob signali tarqatadi. Bunday signal radiolokatsion stansiya qabul qilgichida qabul qilinib, nishon to'g'risidagi ma'lumotlarni oladi.

Nishonga qo'yilgan javobqaytargichning mavjudligi radiolokatsion stansiyaning ta'sir doirasini kattalashtiradi.

Passiv radiolokatsiya temperaturasi mutlaq noldan farq qiladigan jismlarning tabiiy nurlanish xossalariidan foydalanishga asoslangan (7.4-rasm).

Nishonning nurlanishi issiqlik nuri ko'rinishida bo'lganligi uchun passiv radiolokatsiya boshqacha qilib *issiqlik lokatsiya* deb ham ataladi.

Passiv radiolokatsiyaning afzalliklari shundan iboratki, bu tizimda radioto'lqin uzatkich yo'qligidir. Lekin ta'sir doirasi nishonning issiqlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Shu sababdan

passiv radiolokatsiyada nishonning uzoqligini o'lchash mumkin emas, bunda faqat nishonning yo'nalishi aniqlanadi.

Aviatsiya sohasida samolyotlarni boshqarish uchun aktiv radiolokatsiya va aktiv javobli radiolokatsiya turlari ishlatiladi.

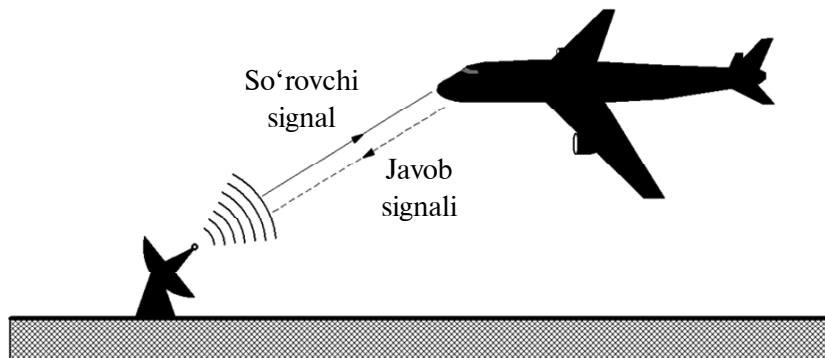
Passiv radiolokatsiya harakatdagi nishonni aniqlash va yo'q qilish uchun harbiy maqsadlarda ishlatilib kelinmoqda.

7.3. Radiolokatsion stansiya qurish negizi

Havo kemalarining radiolokatsion stansiyalari havo kema oldidagi yarimsharda hosil bo'ladigan xavfli meteohodisalarni aniqlash (momaqaldiroqli holat, buraluvchi kuchli bulutlar), Yer yuzasi ko'rinmaydigan vaqtda radiolokatsion kartadan mo'ljal olish, uchish trayektoriyasida sodir bo'luvchi to'siqlar (havo kema, tog' cho'qqilari va boshq.)ga urilib ketishning oldini olish, tog' cho'qqilari ustidan uchib o'tayotganda xavfsiz balandlikni aniqlash ishlarida qo'llanadi. Bulardan tashqari, radiolokatsion stansiyalar qator navigatsion parametrlarni (yo'l tezligi, og'ish burchagi, azimut va boshq.) aniqlash uchun ham ishlatiladi.

Zamonaviy havo kemalari radiolokatsiyaning aktiv radiolokatsiya turini ishlatadi. Bunda o'lchamlari radioto'lqinlarning to'lqin uzunligidan, katta to'siqlardan to'lqinning qaytish xossalariidan foydalaniladi.

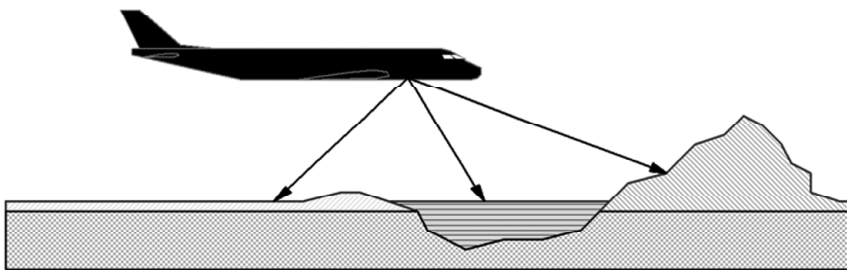
Radiolokatsion stansiyada havo kemasi polyar koordinata tizimi markazi bo'lgan holatda radiolokatsion kuzatuv nishonlarining koordinatalarini (azimut, uzoqlik) aniqlash uchun nurlangan va qaytgan elektromagnit to'lqinlarning tezligi o'zgarish va radial tarqalish xossalari ishlatiladi (7.5-rasm).



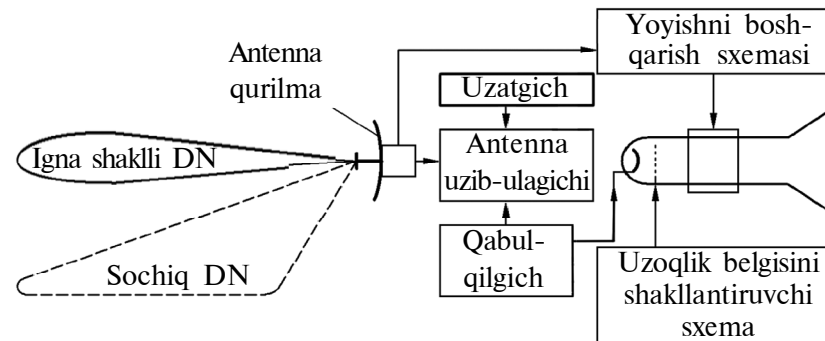
7.5-rasm. To'liqning nurlanishi va qaytishi.

Radiolokatsion kuzatuv vaqtida ekranda nishonning radiolokatsion tasviri yorug'lik belgilari bo'lib, nishondan havo kemasigacha bo'lgan masofani aniqlovchi masshtabda ochiladi va burchak koordinatasi (azimut)ni ham ko'rsatib beradi. Bunday holatda ekranning yorug'ligi qaytgan nur, ya'ni nishonning to'liq qaytarish xossasiga bog'liq bo'ladi.

Shu sababdan katta shahar va temir-beton qurilmalardan qaytgan nur hosil qilgan yorug'lik, maysazor va o'rmonzorlardan qaytgan nur hosil qilgan yorug'likdan kuchli bo'ladi. Suv yuzasiga nur qaysi burchakda tushsa, shu burchakda qaytadi. Shuning uchun radiostansiya antenasiga qaytgan nur deyarli kelib tushmaydi, ekranda suv yuzasi qorong'i bo'laklar bo'lib ko'rinadi (7.6-rasm).



7.6-rasm. Radiolokatsion kuzatuv.



7.7-rasm. Radiolokatsion stansiyaning tuzilish sxemasi.

Bordagi radiolokatsion stansiyaning tuzilish sxemasi 7.7-rasmda ko'rsatilgan.

Radiolokatsion stansiya impuls rejimida ishlaydi. Bunday rejim radiostansiya antenasini signal qabul qilish va uzatish vaqtida ishlatishga hamda katta quvvatli signalni kam quvvatli elektr manbayidan paydo qilish imkoniyatini beradi.

Radiolokatsion stansiya uzatkichi yuqori chastotali qisqa vaqtli (3 mks) tebranishlarni davriy ishlab chiqaradi. Uzatkichning impulslari takrorlanish davri shunday tanlab olinadiki, bu vaqt ichida eng uzoqdagi nishondan qaytgan signal radiolokatsion stansiya qabulqilgichi kirishiga uzatkichdan tarqalayotgan keyingi impuls tarqalish vaqtigacha kelib tushishi kerak.

Shunday qilib, uzatkich tarqatgan impulslari orasidagi vaqtda kuzatuv doirasida bo'lgan barcha nishonlardan qaytgan signallar radiostansiya qabulqilgichiga kelib tushadi va u yerda o'zgartirilib, kuchaytirilib, ajratib olinadi va qisqa impuls shaklida elektron nur trubkasi boshqaruv elektrodiga uzatiladi. Indikator ekranida yorug'ligi o'zgaruvchan belgi hosil qiladi.

Antenna uzib-ulagichi radiolokatsion stansiyaning uzatkichini atrofga yuqori chastota signal tarqatayotgan vaqtda antennaga ulab, signal tarqalmayotgan vaqtda radiolokatsion stansiyaning qabulqilgichini antennaga ulash uchun xizmat qiladi.

Bordagi radiolokatsion stansiyalarning antennalari parabolik ko'rinishda bo'lib, samolyot oldidagi yarimsharni kuzatish uchun igna shaklida yo'naltirilgan diagrammali nur hosil qiladi.

Yer yuzasini kuzatish uchun gorizontal tekislikda $1\div 5^\circ$ bo'lgan ingichka nur, vertikal tekislikda esa sochiluvchan diagrammali nur ishlatiladi. Bunday nurlar yordamida radiolokatsion stansiya kuzatayotgan barcha yuzachalar ko'rinadi. Indikator ekranida bir-biriga o'xshash nishonlar belgilari bir xil yorug'likda bo'ladi.

Radiolokatsion stansiya qabulqilgichi kirishida bir-biriga o'xshash nishondan qaytgan nur kattaliklari «bort—yer—bort» oralig'ida o'tgan yo'li uzunligiga bog'liq bo'ladi. Nishon qancha uzoq bo'lsa, yo'lda signal shuncha ko'p yo'qoladi. Shuning uchun havo kemasiga yaqin nishonlardan paydo bo'lgan belgi yorug'lig'i katta bo'ladi.

Bundan xulosa shuki, uzoqdagi nishon yorug'ligi kam va yaqindagi nishon yorug'ligi katta belgilar hosil qilib, operatorlarda nishon to'g'risida tegishli ma'lumot hosil qiladi.

Nazorat savollari

1. Radio qabulqilgich qanday vazifani bajaradi?
2. Radio qabulqilgichning tuzilish sxemasini tushuntirib bering.
3. Kirish qurilmasining vazifasi nimadan iborat?
4. Yuqori chastotali va past chastotali tok kuchaytirgichlarining vazifalari qanday?
5. Detektor qanday vazifani bajaradi?
6. Radiolokatsiyaning aktiv radiolokatsiya turini tushuntirib bering.
7. Radiolokatsiyaning aktiv javobli radiolokatsiya turini tushuntirib bering.
8. Radiolokatsiyaning passiv radiolokatsiya turini tushuntirib bering.
9. Radiolokatsion stansiya ishlashi qanday hodisaga asoslangan?
10. Radiolokatsion stansiya qanday vazifalarni bajaradi?
11. Radiolokatsion kuzatuvni tushuntirib bering.
12. Radiolokatsion stansiya tuzilish sxemasini tushuntirib bering.
13. Radiolokatsion stansiyada qanday antenna ishlatiladi?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *B. B. Kumaev u dr.* Электропитание устройств связи. М., «Связь», 1975.
2. *Г. П. Вересов.* Электропитание бытовой радиоэлектронной аппаратуры. М., «Радио и связь», 1983.
3. *В. Г. Костиков, Е. М. Парфенов, В. А. Шахнов.* Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование. Учебник для ВУЗов. М., «Горячая линия — Телеком», 2001.
4. *М. А. Быховский.* Круги памяти. (Очерки истории развития радиосвязи и вещания в XX столетии). М., МЦНТИ — Международный центр научной и технической информации, 2001.
5. *Х. К. Oripov, А.М. Abdullayev, N.B. Alimova.* Elektronika va sxemotexnika. O'quv qo'llanma. T., 2008.
6. *A. Abduqayumov.* Havo kemalarining radioelektron jihozlari. T., 2012.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
-------------	---

1-bob. RADIOELEKTRON QURILMALAR VA SXEMALAR HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

1.1. Radioelektron tizimlar.....	6
1.2. Radiosignallar. Videosignallar.....	9

2-bob. ISTE'MOL MANBALARI

2.1. Bir fazali to'g'rilagichlar.....	13
2.2. Silliqlovchi filtrlar parametrlari va xarakteristikalar.....	17
2.3. Uch fazali to'g'rilagich sxemasi.....	19
2.4. O'zgarmas kuchlanish va o'zgarmas tok stabilizatorlari.....	22

3-bob. KUCHAYTIRGICHLAR

3.1. Kuchaytirgichlar va ularning asosiy xarakteristikalar.....	26
3.2. Bipolar tranzistorda yasalgan kuchaytirgich bosqichi.....	28
3.3. Ko'p bosqichli kuchaytirgichlar.....	37
3.4. Emitter qaytargich (quvvat kuchaytirgich).....	38

4-bob. GARMONIK TEBRANISHLAR GENERATORLARI

4.1. Avtogeneratorlarning ish prinsipi.....	41
---	----

5-bob. IMPULS TEXNIKASI ELEMENTLARI

5.1. Impuls rejimi haqida asosiy ma'lumotlar.....	43
5.2. Mantiqiy IMS parametrlari.....	47
5.3. Triggerlar.....	48

6-bob. RADIOUZATUVCHI QURILMALAR

6.1. Modulatsiya turlari.....	53
6.2. Chastotaviy modulatsiya. Impulsi modulatsiya. O'ta yuqori chastotali generatorlar va uzatkichlar.....	56
6.3. Radio uzatuvchi qurilmalarning vazifasi va tuzilishi.....	59
6.4. Radio uzatuvchi qurilmalarning kaskadlari va bloklari.....	60
6.5. Radiouzatkihnig parametrlari.....	64

7-bob. RADIOSIGNAL QABUL QILUVCHI QURILMALAR

7.1. Radio qabul qilish asoslari.....	68
7.2. Radiolokatsiyaning asosiy tushunchalari.....	71
7.3. Radiolokatsion stansiya qurish negizi.....	73

Foydalanilgan adabiyotlar.....	77
---------------------------------------	-----------

Ў99 Eshmurodov D. Radio qabul qiluvchi va radio uzatuvchi qurilmalar. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. / T.: «ILM ZIYO», 2016. — 80 b.

UO'K: 621.396(075.32)
KBK: 32.849

ISBN 978-9943-16-254-9

D. ESHMURODOV

RADIO QABUL QILUVCHI VA RADIO UZATUVCHI QURILMALAR

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Toshkent — «ILM ZIYO» — 2016

Muharrir *I. Usmonov*
Badiiy muharrir *M. Burhonov*
Texnik muharrir *D. Hamidullayev*
Musahhah *M. Ibrohimova*

Nashriyot litsenziyasi №AI 275, 15.07.2015-y.

2016-yil 6-yanvarda chop erishga ruxsat berildi. Bichimi 60x90¹/₁₆.

«Times» harfida terilib, ofset usulida chop etildi.

Bosma tabog'i 5,0. Nashr tabog'i 4,5. 50 nusxa.

Buyurtma №

«ILM ZIYO» nashriyot uyi. Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30- uy.

«PAPER MAX» xususiy korxonasida chop etildi.

Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.