

SIGNAL KUCHAYTIRGICH YORDAMIDA YUQORI CHASTOTALI SIGNALLAR HOSIL QILISH-UZATISH USULLARI VA ASOSIY TEXNIK KO'RSATKICHLARI

Z.T.Azamatov

X.X. Keldiyev

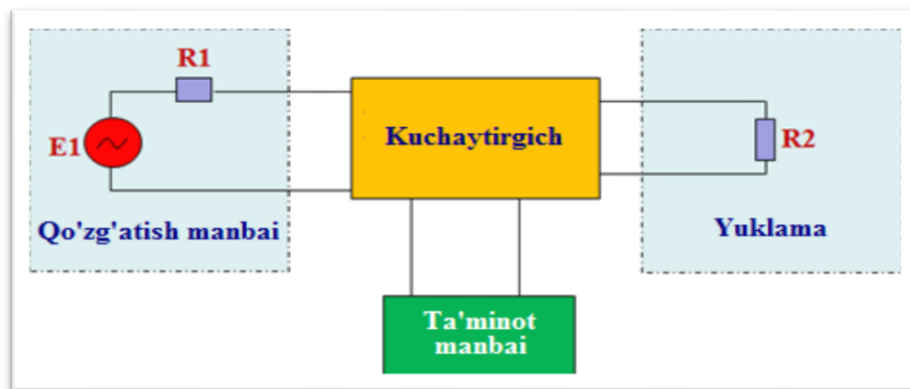
O.D.Nurov

*O'zbekiston Milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va
mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti*

Annotatsiya: Hozirgi kunda Respublikamiz sarhadlarini himoya qilish va xavfsizligini ta'minlash maqsadida yuqori chastotali, elektromagnitli, radioto'lqinli va boshqa fizik prinsplarda ishlovchi texnik qurilmalar ishlab chiqarish, mavjudlarini rekonstruksiya qilish masalasi dolzarbligicha qolmoqda. Ushbu tadqiqot ishida past chastotali signallarni yuqori chastotali signallarga aylantirish uchun qo'llaniladigan signal kuchaytirgichlarning ishlash prinsipi, radiouzatish qurilmasida yuqori chastotali (YuCh) va o'ta yuqori chastotali (O'YuCh) signallarni uzatish usullari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: Kuchaytirgich, kuchaytirish koeffitsienti, tranzistor, integral mikrosxemalar (IMS), rezonansli kuchaytirgich, kaskad, radiouzatish qurilmasi (RUQ), yuqori chastotali (YuCh), o'ta yuqori chastotali (O'YuCh) signallar.

Hozirgi vaqtda eng keng tarqalgan past chastotali signallarni yuqori va o'ta yuqori chastotali signallarga aylantirib beruvchi kuchaytirgichlarda kuchaytiruvchi element sifatida tranzistorlar va integral mikrosxemalar (IMS) ishlatiladi. Kuchaytirgichlarda kuchaytirish quyidagicha amalga oshiriladi. Boshqariladigan elementning (tranzistor) kirish zanjiriga kirish signalining kuchlanishi beriladi. Bu kuchlanish ta'sirida kirish zanjirida kirish toki hosil bo'ladi. Bu kichik kirish toki chiqish zanjiridagi tokda o'zgaruvchan tashkil etuvchini hamda boshqariladigan elementning chiqish zanjirida kirish zanjiridagi kuchlanishdan ancha katta bo'lgan o'zgaruvchan kuchlanishni hosil qiladi (1-rasm).



1- rasm. Kuchaytirish jarayonining umumiy tarkibi

Kuchaytirish diapazoni bo'yicha kuchaytirgichlar tor va keng polosali kuchaytirgichlarga bo'linadi (2- rasm). Tor polosa kuchaytirgichlari faqatgina past

chastotada emas, yuqori chastotalarda filtr sifatida kerakli diapazondagi to'liqlarni ajratib olish uchun ishlatiladi. Shuning uchun, bu kuchaytirgichlar rezonansli kuchaytirgichlar ham deyiladi. Bajarayotgan vazifasiga qarab kuchaytirgichlar dastlabki kaskadda ishlovchi kuchaytirgichlarga va chiqish kuchaytirgichlariga bo'linadi. Dastlabki kaskadda ishlovchi kuchaytirgichlar kuchlanishni oshirish uchun ishlatilsa, chiqish kuchaytirgichlari quvvatni oshirish uchun xizmat qiladi.



2- rasm. Kuchaytirgichlar turlari

Kuchaytirgichlarning asosiy texnik ko'rsatkichlariga quyidagilar kiradi:

- kuchaytirish koeffitsienti (tok bo'yicha, kuchlanish bo'yicha, quvvat bo'yicha);
- kirish va chiqish qarshiligi;
- chiqish quvvati;
- foydali ish koeffitsienti;
- nominal kirish kuchlanishi (sezgirlik);
- chastota bo'yicha kuchaytirish oraliq'i;
- amplituda bo'yicha dinamik diapazon;
- signal shaklini buzilishi;
- chastota, faza va nochiziqli buzilishlar.

Kuchaytirish koeffitsienti – chiqishdagi signal amplitudasini kirishdagi signal amplitudasiga nisbatan necha barobar ortganini ko'rsatadi. Ularga quyidagi kuchaytirish koeffitsientlari kiradi:

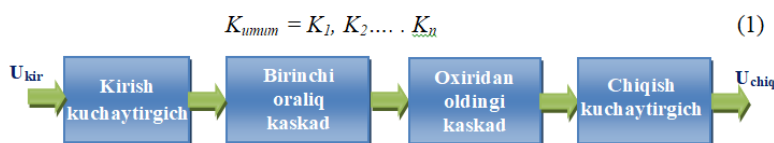
- kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti $K_u = U_2 / U_1$;
- tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti $K_i = I_2 / I_1$;
- quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti $K_r = R_2 / R_1$;

bu yerda U_1, I_1, U_2, I_2 , – kuchlanishi va toklarning amplituda qiymatlari.

$P_1 = U_1 I_1$ va $P_2 = U_2 I_2$ ekanligi sababli, quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti $K_p = K_u K_i$ bo'ladi.

Kuchaytirish koeffitsientining qiymati turli kuchlanish kuchaytirgichlarida o'nlab va yuzlab tartiblardagi qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. Lekin bu ham kuchaytirgichning chiqishida talab qilinadigan quvvatni olish uchun yetarli bo'lmaydi. U holda qator

kuchaytirish kaskadlari ketma-ket (kaskadli) ulanadi (3-rasm). Ko'p kaskadli kuchaytirgichlar uchun umumiy kuchaytirish koeffitsienti alohida kaskadlar kuchaytirish koeffitsientlarining ko'paytmasiga teng. Bir necha kuchaytirish kaskadlari ketma-ket ulanganida ularning kuchaytirish koeffitsientlarining ko'paytmasi tizimning umumiy kuchaytirish koeffitsientni aniqlaydi:



3-rasm. Ko'p kaskadli kuchaytirgichning tuzilish sxemasi

(1) formulalar bo'yicha hisoblangan kuchaytirish koeffitsienti o'lchamsiz birlikka ega. Zamonaviy kuchaytirish sxemalarida o'lchamsiz birlikda ifodalangan kuchaytirish koeffitsienti yetarlicha katta songa teng olinadi, elektronkada kuchaytirish xossalarini logarifmik birliklar - detsibellarda (dB) ifodalash usuli qabul qilingan. Quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti detsibellarda quyidagicha bo'ladi:

$$K_P \text{ [dB]} = 10 \lg (P_2/P_1) = 10 \lg K_P \quad (2)$$

Quvvat tok yoki kuchlanishning kvadratiga proporsional, u holda tok va kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsientini mos ravishda quyidagicha yozish mumkin:

$$K_I \text{ [dB]} = 20 \lg (I_2/I_1) = 20 \lg K_I,$$

$$K_U \text{ [dB]} = 20 \lg (U_2/U_1) = 20 \lg K_U.$$

Detsibeldan o'lchamsiz kattalikka o'tish quyidagi ifoda orqali amalga oshiriladi:

$$K_m = 10^{K_{dB}/N}$$

bu yerda $N=10$ quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsientini hisoblashda va $N=20$ tok va kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsientini hisoblashda olinadi.

Kuchaytirish koeffitsientlarini logarifmik berilishidan keng foydalanish kuchaytirgichlar qo'llanadigan ko'plab yo'nalishlar insonning sezgilariga ta'sir etadigan texnikaga bog'liq bo'lishi ham sabab bo'ladi. Masalan, ovoz signalining balandligi insonning sezgilari bo'yicha uning quvvati 10 martaga oshganida 2 martaga oshadi.

Agar $K_u = 1$ dB olinsa, u holda kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsientini aniqlashda quyidagicha bo'ladi:

$$K_u = 10^{K_{dB}/20} = 10^{1/20} = 1,12$$

Demak, agar kuchaytirgichning chiqishidagi kuchlanish kirishdagi kuchlanishdan 1,12 martaga (12%ga) katta bo'lsa, kuchaytirish bir detsibelga teng bo'ladi.

Logarifmik baholash o'lchami ko'p kaskadli kuchaytirgichlarni tahlil qilishda qulay. Logarifmik birliklarga o'tishda ko'p kaskadli kuchaytirgichning umumiy kuchaytirish koeffitsienti (2) formuladan farqli ravishda alohida kaskadlar kuchaytirish koeffitsientlarining yig'indisi orqali aniqlanadi, ya'ni:

$$K_{umum} \text{ [dB]} = K_1 \text{ [dB]} + K_2 \text{ [dB]} + \dots + K_n \text{ [dB]} \quad (3)$$

Kuchlanish va tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsientlari kompleks kattaliklar hisoblanadi, buni kuchaytiriladigan signaldagi fazaviy surilishlarning bo'lishi aks ettiradi.

YuCh va O'YuCh signallarning radiouzatish qurilmalarida uzatilishi

Radiouzatish qurilmasi (RUQ) deb antennaga beriladigan va fazoda tarqaladigan yuqori chastotali (YuCh) va o'ta yuqori chastotali (O'YuCh) tebranishlarni generatsiyalash,

quvvat bo'yicha kuchaytirish va modulyatsiyalashga xizmat qiladigan radiotexnik apparatlarga aytiladi.

Uchta funksiyalar - generatsiyalash, kuchaytirish va modulyatsiyalash funksiyalari umumiy tushuncha - ma'lumotlarni tashiydigan tebranish tushuniladigan signalni shakllantirish bilan birlashtiriladi. Uchinchi funksiya - modulyatsiyalash dastlabki xabarni YuCh yoki O'YuCh tebranishga yuklash jarayoni hisoblanadi.

Yuqori chastotalarda ishlovchi radiouzatish qurilmalari ma'lum elektr sxema bo'yicha o'zaro ulangan integral mikrosxemalar, tranzistorlar, diodlar, elektr vakuum asboblari, kondensatorlar, transformatorlar va ko'plab boshqa elementlar to'plamidan iborat. Eng takomillashgan konstruksiyalar to'lig'icha yarim o'tkazgichli gibridd va integral mikrosxemalardan tashkil topadi. Radiouzatichlar ma'lum radioelektron tizim doirasida ma'lumotlarni uzatish uchun xizmat qiladi. Ularga quyidagi tizimlar kiradi:

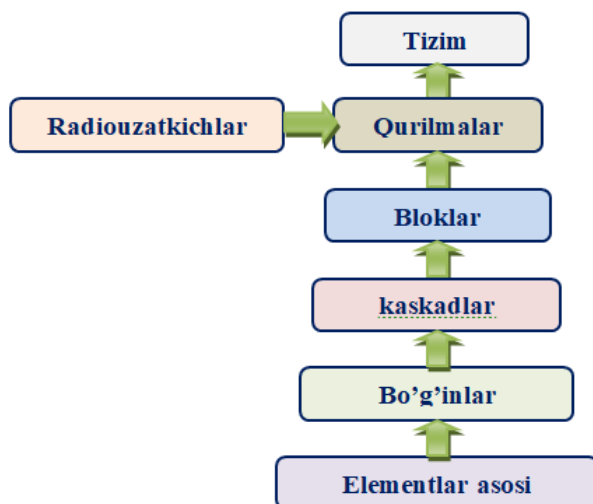
- ovoz va televizion radiouzatish tizimlari;
- yer usti vositalari yordamida radioaloqa, xususan, sotali radioaloqa tizimlari;
- global kosmik radioaloqa, televizion radiouzatish va radionavigatsiya tizimlari;
- turli xil ob'ektlarni radioboshqarish va radiotelemektrik nazorat qilish tizimlari;
- olis masofali, o'rta va yaqin ishlash radiusili radiolokatsion tizimlar.

Radioelektron tizimning vazifasiga bog'liq ravishda radiouzatkichlarning lampali yoki yarim o'tkazgichli turlari, YuCh yoki O'YuCh diapazon radiouzatkichlari, uncha katta bo'lmagan yoki oshirilgan quvvatli radiouzatkichlar, uzluksiz yoki impulslilarda ishlaydigan radiouzatkichlar qo'llanadi.

O'ziga xos piramida ko'rinishida berilishi mumkin bo'lgan radioelektron tizim tarkibida radiouzatkichning o'rnini aniqlaymiz (4- rasm). Piramidaning pastki darajasini tranzistorlar, diodlar, kondensatorlar, integral mikrosxemalar va boshqalarni o'z ichiga oladigan elementlar asosi tashkil etadi. Ulardan bo'g'inlar tuziladi, bo'g'inlar funksional tugallangan zanjirlarga, ya'ni avtogenerator, chastota o'zgartirgichi, modulyator, tebranishlar quvvati kuchaytirgichi, demodulyator, o'ta yuqori chastotali, yuqori, oraliq va past chastota kuchaytirgichlari va boshqalar kabi kaskadlarga birlashtiriladi.

Navbatdagi daraja kam shovqinli O'YuCh kuchaytirgich, signal modem-modulyator va demodulyatori, signalga ishlov berish bloki, YuCh yoki O'YuCh tebranishlar quvvatini kuchaytirish bloki, radioqabul qilgichning chiziqli trakti, antenna-fider trakti va boshqalar kabi bloklar hisoblanadi. Piramidaning keyingi yuqori darajasi funksional tugallangan qurilmalar - turli radiotexnik tizimlar tarkibida mustaqil ishlaydigan radioqabul qilgichlar, radiostansiyalar, radiolokatorlar, televizorlar va boshqalarni o'z ichiga oladi. Qaralayotgan piramidaning aynan bu darajadasida radiouzatish qurilmalari joylashgan.

Qurilmalarda faqat integral mikrosxemalar qo'llanganda uchta quyi darajalar bittaga birlashtiriladi.



4- rasm. Radioelektron tizim tarkibida radiouzatkichning o'rnini aniqlash

Radiouzatkichlar beshta asosiy belgilar – vazifasi, foydalanish ob'ekti, chastotalar diapazoni, quvvat va nurlanish turi bo'yicha tasniflanadi.

Foydalanish ob'ekti radiouzatkichni o'rnatish joyi orqali aniqlanadi va bu uning ishlatishi sharoitlariga ta'sir qiladi. Bu belgi bo'yicha radiouzatkichlar yer ustida statsionar, samolyot, sun'iy yo'ldosh, kema, ko'chma, mobil radiouzatkichlarga ajratiladi.

Chastotalar diapazoni bo'yicha Rular radiochastotalar diapazonini qabul qilish bo'yicha mos ravishda o'ta uzun to'liqinli, uzun to'liqinli, qisqa to'liqinli, ultra qisqa to'liqinli, detsimetrli, santimetrli, millimetrli RUlarga ajratiladi.

1-jadval

Radiouzatkichlarning to'liqinlar diapazonlari

Diapazonning nomi	To'liqin uzunligi	Chastota	Tizim yoki radiouzatkichning vazifasi
Miriametrli (o'ta uzun to'liqinlar)	100... 10 km	3... 30 kGs	Olis masofadagi radionavigatsiya
Kilometrli (uzun to'liqinlar)	10... 1 km	30... 300 kGs	Radioeshittirish
Gektometrli (o'rta to'liqinlar)	1000... 100 m	0,3...3 MGs	Radioeshittirish
Dekametrli (qisqa to'liqinlar)	100...10 m	3...30 MGs	Radioeshittirish Mobil radioaloqa Havaskorlik radioaloqasi (27 MGs diapazon)
Metrli (ultra qisqa to'liqinli)	10 – 1 m	30 - 300 MGs	UQT CHM eshittirish, televideniye, mobil radioaloqa, samolyot radioaloqasi

Detsimetrli diapazonlar) (L, S)	1...0,1 m	0,3...3 GGs	Televizion uzatish Kosmik radioaloqa va radionavigatsiya Sotali radioaloqa Radiolokatsiya
Santimetrli diapazonlar) (S, X, K)	10... 1 sm	3...30 GGs	Kosmik radioaloqa Radiolokatsiya Radionavigatsiya Radioastronomiya
Millimetrli	10... 1 mm	30...300 GGs	Kosmik radioaloqa Radiolokatsiya Radioastronomiya

Birinchi beshta diapazonlar uzatkichlari yuqori chastotali uzatkichlari umumiy nomi bilan, oxirgi uchta diapazonlar uzatkichlari o'ta yuqori chastotali uzatkichlari umumiy nomi bilan birlashtiriladi. Shunday qilib, YuCh va O'YuCh diapazonlar radiouzatkichlari orasidagi chegara 300 MGs chastota hisoblanadi. 300 MGs dan past chastotada uzatkich YuCh diapazonga, 300 MGs dan yuqori chastotada uzatkich O'YuCh diapazonga kiradi.

Antennaga beriladigan YuCh yoki O'YuCh signal quvvati bo'yicha RUQlar uzluksiz rejimda quvvat nurlanishi bo'yicha kichik - 10 Vt gacha, o'rta - 10...500 Vt, katta - 500Vt...10 kVt, o'ta katta - 10 kVt dan yuqori quvvatli RUlarga ajratiladi.

Nurlanish turi bo'yicha uzatkichlar uzluksiz va impulsli rejimlarda ishlaydigan RUQlarga ajratiladi. Birinchi holda axborot uzatilayotganda signal uzluksiz, ikkinchi holda esa impulslar tarzida nurlantiriladi.

Radiouzatkichlar turini tavsiflash uchun u sanab o'tilgan beshta razryadlardan qaysi turga kirishini ko'rsatish kerak bo'ladi. 1- jadvalda turli maqsadlardagi ayrim radiotizimlar va radiouzatkichlarning to'lqinlar diapazonlariga bog'langan turlari keltirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. А.А.Филонов, Устройства свч и антенны, Красноярск СФУ 2014.
2. В.В.Тюрнев, Теория цепей свч, Красноярск 2003.
3. В. Ф. Янушкевич, Антенны и устройства СВЧ, Новополоцк ПГУ 2009.
4. В. Н. ВАСИЛЬЕВ, Электронные и квантовые приборы СВЧ, М о с к в а 1972.
5. Н.Я. Молотков, Устройства СВЧ и антенны, Тамбов Издательство ГОУ ВПО ТГТУ 2010.
6. Podstrigaev Alexey,. Проектирование СВЧ-устройств: практикум, Москва - 2018.
7. D.A.Davronbekov, U.T.Aliev, Teleradioeshittirishda uzatish va qabul qilish qurilmalari. O'quv darsligi, Toshkent-2019.