

## YUQORI VA O'TA YUQORI CHASTOTALI SIGNALLARNI MODULYATSIYALASHNING ZAMONAVIY USULLARI.

**Sh.B.Utamuradova**

**Z.T.Azamatov**

**X.X. Keldiyev**

**O.D.Nurov**

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

**Abstract:** *In the modern age of information technology, in order to improve the safety and quality (low noise) of high-frequency signal transmission, many practical studies on high-frequency signal transmission are being carried out. Firstly, the noise interference in the transmission line signal transmission process is removed by combining the wavelet transform algorithm, and the original high-frequency signal is subjected to waveform constraint processing after denoising, so as to realize the safe transmission of the high-frequency signal.*

*This research shows that, several modern methods of transmitting high and ultra-high frequency signals through radio transmitters are analyzed and explained through schematic diagrams.*

**Annotatsiya:** *Zamonaviy axborot texnologiyalari davrida yuqori chastotali signallarni uzatish xavfsizligi va sifati (past shovqinlilik) ni oshirish maqsadida yuqori chastotali signallarni uzatish bo'yicha ko'plab amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda. Asosan uzatish liniyalarida signalni uzatish jarayonida shovqinlarni to'lqinlarni o'zgartirish algoritmini birlashtirish orqali olib tashlanadi, yuqori chastotali signalning xavfsiz va to'liq uzatilishini amalga oshirish uchun to'lqin shaklini cheklash bilan amalga oshiriladi.*

*Ushbu tadqiqot ishida radiouzatgichlar orqali yuqori va o'ta yuqori chastotali signallar uzatishning bir necha zamonaviy usullari tahlil qilinib, prinsipial sxemalar orqali tushuntirilib berilgan.*

**Key words:** *High-frequency (HF), Very high frequency (VHF), modulator, radio transmitter device, Low frequency device, intermediate frequency (IF), converter, frequency modulation, transistor, integrated circuits (IC), resonant amplifier, cascade, radio transmission device (RTD), signal amplifier.*

**Kalit so'zlar** *Yuqori chastotali (YuCh), o'ta yuqori chastotali (O'YuCh) signallar, modulyator, radiouzatgich qurilmasi (RUQ), past chastotali (PCh) qurilmalar, oraliq chastota (Och), o'zgartirgich, chastotaviy modulyatsiya, tranzistor, integral*



*mikroshemalar (IMS), rezonansli kuchaytirgich, kaskad, radiouzatish qurilmasi (RUQ), signal kuchaytirgich.*

Signallarni zamonaviy raqamli signallarga aylantirish va ishlov berish vositalari yuzlab megagerslargacha chastotalarli raqamli modulyasiyalangan YuCh yoki O'YuCh signallarni olishga imkon beradi. Ma'lumki, uzatgich quvvat kuchaytirgichning kirishiga yoki signalni quvvat bo'yicha kuchaytirishgacha uning chastotasini zarur qiymatgacha oshiradigan o'zgartirgichning kirishi (filtr orqali) uchun raqamli signalni analog shaklga o'tkazishga imkon beradigan yuqori sifatli tezkor modulyatorlar mavjud. Ularning kamchiligi sifatida nisbatan past tejamkorlik va uzatilayotgan signallarning sezilarli shovqinlari borligidadir.

Uzatilgan axborot modulyatsiya qiluvchi signalga joylashtirilgan va axborot tashuvchisi rolini tashuvchi (modulyatsiyalangan) deb ataladigan yuqori chastotali tebranish bajaradi. Shuning uchun modulyatsiya — bu yangi modulyatsiyalangan signalni olish uchun ma'lum tashuvchiga ma'lumot to'liqini olish jarayonidir. Modulyatsiya natijasida past chastotali boshqaruv signalining [spektri](#) yuqori chastotali hududga o'tkaziladi. Bu barcha qabul qiluvchilarning turli chastotalarda ishlashini ular bir-biriga xalaqit bermasligi uchun sozlash imkonini beradi.

Yuqori chastotali (YuCh) va o'ta yuqori chastotali (O'YuCh) generatorlarning ishlash prinsipi dinamik boshqariladigan elektronlar oqimlari rezonans va elektromagnit tebranishlarining o'zaro ta'sirlashishiga asoslangan, bu detsimetrli, santimetrli va millimetrli diapazonlarda yaxshi ishlaydigan magnetronli va klistronli generatorlar, to'liq va teskari to'liq lampalaridagi generatorlarni yaratilishiga olib keldi.


O'YuCh diapazonda generatsiyalanadigan tebranishlar davri elektrodlararo oraliqlarda elektronlarning uchib o'tish vaqtiga teng. Elektrodlararo bo'shliqda elektron harakatlanganida uning energiyasidan hosila quyidagicha:

$$\frac{dW}{dt} = -e \frac{\partial U}{\partial t}$$

Past chastotalarda  $\partial U / \partial t$  qiymat kichik, nolga yaqin, uning to'liq energiyasi o'zgarmaydi, O'YuCh diapazonda  $\partial U / \partial t$  qiymat noldan sezilarli farqlanadi va elektronning to'liq energiyasi ham kinetik energiyaning o'zgarishi ham potensial energiyaning o'zgarishi hisobiga o'zgarishi mumkin, ya'ni elektronlar o'z kinetik va potensial energiyasini elektromagnit maydonga berishi mumkin.

PCh qurilmalarda elektron oqim yo'lida tezkor lokal joylashgan tirqish hosil bo'ladi, u juda kichik energiya sarfi yo'li bilan elektronlar oqimining zichligini rostlaydi. Bunday boshqarish statik boshqarish deyiladi. O'YuCh asboblarda





dinamik boshqarish har doim ham lokal xarakterga ega bo'lavermaydi. O'YuCh elektron asboblarda elektronlar energiyasini elektromagnit maydonga uzatish elektronlarning harakatlanish trayektoriyasiga urinma bo'lgan maydonning elektr tashkil etuvchisi bilan elektron oqimning o'zaro ta'sirlashishi natijasida bo'lib o'tadi. Elektronlar va maydon orasida energiyani almashlash uchun o'zaro ta'sirlashish zonasida bo'lgan elektronlar doimo maydon orqali sekinlashtirilishi zarur. Buning uchun, o'z navbatida, modulyatsiyalangan elektron oqimni hosil qilish va qurilmada ham fazo bo'yicha, ham vaqt bo'yicha kerakli fazaviy nisbatlarni ta'minlash zarur.

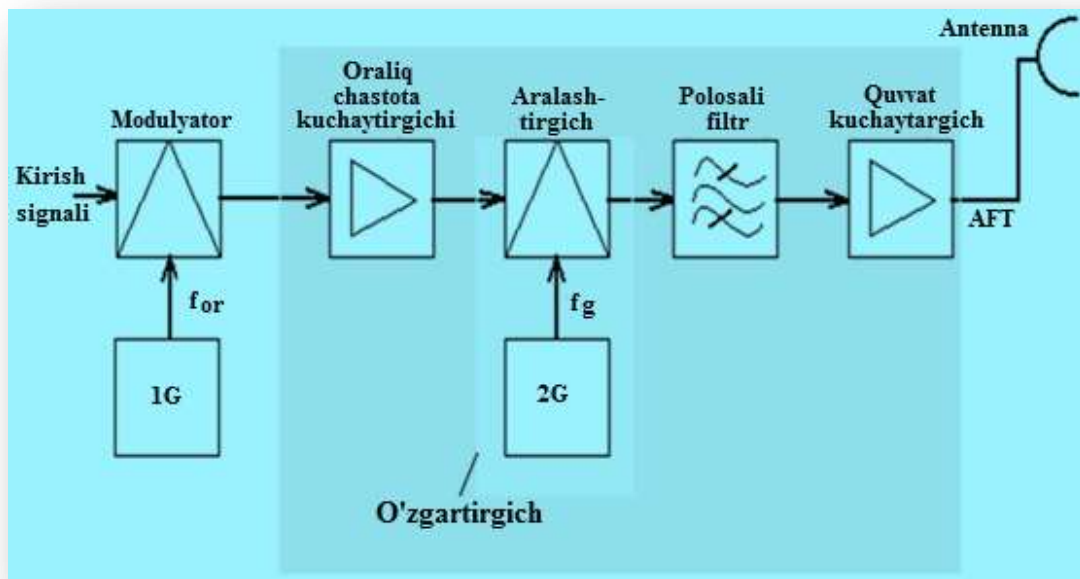
Zichlik bo'yicha modulyatsiyalangan elektron oqimni hosil qilish prinsipial shart hisoblanadi, chunki bir tekis oqimda umumiy energetik balans nolga teng. Zichlik bo'yicha modulyatsiyalangan elektromagnit oqimni hosil qilish fazaviy fokuslash deyiladi. Modulyatsiyalangan oqim elektronlarning harakat yig'indisidan iborat bo'ladi. Agar oqim va O'YuCh maydon orasida fazaviy nisbatlar elektronlar yig'indilari o'zining harakatlanishida sekinlashtiruvchi maydon ta'sir qiladigan bo'shliqning o'sha vaqtlarida bo'lishi ta'minlansa, u holda umumiy energetik balans musbat bo'ladi va elektronlar energiyasi elektromagnit tebranishlar energiyasiga o'zgaradi.

### **Yuqori chastotli radiouzatgichlarning ishlash prinsipi**

Radiouzatgichning soddalashtirilgan tuzilish sxemasi 1- rasmda keltirilgan. Kirish signali modulyator kirishiga beriladi va u takt generatorida ishlab chiqilgan oraliq chastota ( $f_{och}$ ) tebranishini modulyasiyalaydi.

Uzatgichning Oraliq chastota kuchaytirgichida kuchaytirilganidan keyin modulyatsiyalangan OCh signali aralashtirgichga beriladi, uning ikkinchi kirishiga uzatgichning YuCh signal beriladi.



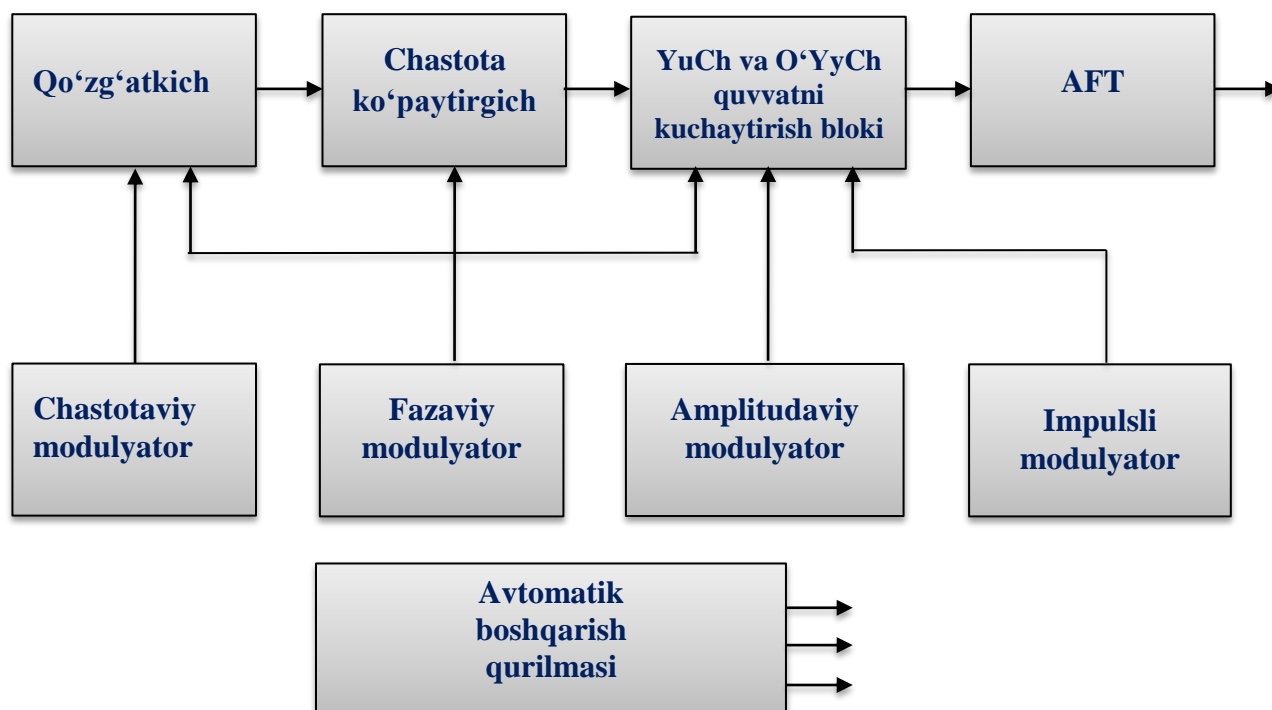


1- rasm. RUQning soddalashtirilgan tuzilish sxemasi

Aralash-tirgich chastota o'zgartirgichini tashkil etadi, u yordamida signalning spektrini uzatgichning ishchi chastotalari diapazoniga (masalan, O'YuCh diapazonga) o'tkazish amalga oshiriladi.

O'zgartirgichning chiqishida polosali filtr yordamida  $|f_{OCh} + f_{Get}|$  yoki  $|f_{OCh} - f_{Get}|$  chastotali o'zgartirilgan signal ajratib olinadi. O'zgartirilgan signal quvvat kuchaytirgichida kuchaytirilganidan keyin antenna qurilmasi orqali uzatish antenasiga beriladi. Uzun, o'rta va qisqa to'lqinlarda ishlaydigan radiouzatgichlarda odatda amplitudaviy modulyatsiyalash ishlatiladi. YuCh va O'YuCh radiouzatgichlarida chastotaviy va fazaviy modulyatsiyalash qo'llaniladi. Bir chastotadan ikkinchi chastotaga o'tish elektron kommutator yordamida amalga oshiriladi.





2- rasm. Radiouzatgichning tuzilish sxemasi

Ishchi chastotalar ko'p bo'lganida qo'zg'atkich raqamli sintezator vazifasini bajaradi. Uning tarkibiga kvarsli tayanch avtogenerator va chastotani avtomatik sozlash qurilmasi kiradi. Bunday sintezator katta integral mikrosxema asosida bajarilishi mumkin. Kvarsli avtogeneratorlar chastotasi yetarli darajada baland bo'lmaydi. Shuning uchun radiouzatgich chastotasi bu qiymatdan katta bo'lsa qurilmaga signal chastotasini talab qilinadigan songa oshiradigan chastota ko'paytirgichi kiritiladi.

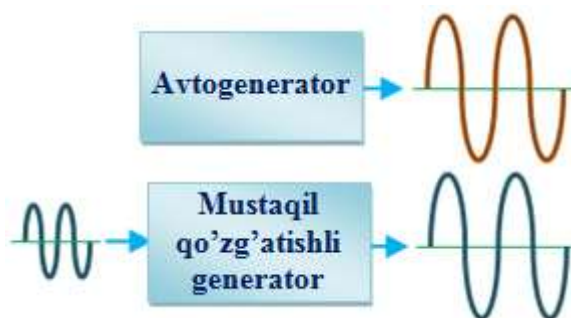
RUQ talab qilinadigan chiqish quvvatini olish ketma-ket ulangan YuCh generatorlar yoki tashqi qo'zg'atishli O'YuCh generatorlar quvvatni kuchaytirish qismi yordamida amalga oshiriladi. Uzatgich chiqish quvvati bir elektron asbob quvvatidan ortiq bo'lsa, chiqish signalida generatorlar quvvatlarini qo'shish amalga oshiriladi. RUQ chiqish signali va antenna orasiga antenna-fider qurilmasi (AFQ) qo'yiladi. AFQ tarkibiga RU yon nurlanishlarini so'ndirish uchun filtr, tushadigan va qaytadigan to'lqinlar asboblari va moslashtiruvchi qurilma kiradi. O'YuCh diapazonida moslashtiruvchi qurilma o'rnida odatda ferritli bir yo'nalishli qurilmalar - ventil yoki sirkulyator qo'llaniladi.

Chastotaviy modulyatsiya RUQ qo'zg'atkichida, fazaviy modulyatsiya qo'zg'atkichida yoki YuCh ko'paytirgichlarda va kuchaytirgichlarda, amplitudaviy va impulsli modulyatsiya esa YuCh kuchaytirgichlarda amalga oshiriladi.

Avtomatik boshqarish qurilmasi yordamida RUQ parametrlarini avtomatik stabillash (birinchi navbatda quvvatni va temperaturaviy rejimni), normal ekspluatatsiya sharoitlari buzilganda himoya (masalan, antenna uzilganida) va boshqarish (o'chirish-yoqish, chastota bo'yicha qayta sozlash) amalga oshiriladi.

YuCh va O'YuCh radiouzatgichlar quyidagi ikki asosiy turlarga bo'linadi (3-rasm):

- 1) avtogenetorlar;
- 2) tashqi qo'zg'atishli generatorlar



3- rasm. Generatorlarning turlari

Yuqori chastotali signallar to'lqin uzunligi 1 m dan 1 mm gacha to'lqin chastotasi 300 MHz dan 300 GHz gacha to'lqinlarga mos keladigan to'lqinlarni qamrab oladi va umumiy chastota jadvali quyidagicha:

Chastota diapazani	Nomlanishi	To'lqin nomi	To'lqin uzunligi
3-30 кГц	ОНЧ (Очень низкие частоты)	Мириаметровые	10-100 км
30-300 кГц	НЧ (Низкие частоты)	Километровые	1-10 км
300-3000 кГц	СЧ (Средние частоты)	Гектометровые	0,1-1 км
3-30 МГц	ВЧ (Высокие частоты)	Декаметровые	10-100 м
30-300 МГц	ОВЧ (Очень высокие частоты)	Метровые	1-10 м
300-3000 МГц	УВЧ (Ультра высокие частоты)	Дециметровые	0,1-1 м
30-3000 МГц	УКВ (Ультра короткие волны)	Метровые	0,1-10 м
3-30 ГГц	СВЧ (Сверхвысокие частоты)	Сантиметровые	1-10 см
30-300 ГГц	КВЧ (Крайне высокие частоты)	Миллиметровые	1-10 мм
300-3000 ГГц	ГВЧ (Гипервысокие частоты)	Децимиллиметровые	0,1-1 мм

YuCh va O'YuCh generatorlarni quyidagi tarzda tasniflash mumkin:

- rezonans tizimlarning turi bo'yicha;
- kechiktiruvchi tizimlarning turi bo'yicha;
- O'YuCh uzatgichlarida chastota va fazani stabillash bo'yicha:
  - yuqori chastotali rezonatorlar yordamida chastotani stabillash;



- O'YuCh diapazonda chastota va fazani avtomatik qayta sozlash;
- sinxronlashtirish yo'li bilan chastotani stabillash;
- ishlatiladigan kuchaytirish elementining turi bo'yicha:
  - triodlar va tetrodlardagi generatorlar;
  - klitronlardagi generatorlar;
  - magnetronlardagi generatorlar, ular o'z navbatida, stabillangan magnetronlar va chastota qayta sozlanadigan magnetronlar;
    - yarim o'tkazgichli asboblardagi generatorlar, O'YuCh tranzistorli generatorlar, Gann diodlaridagi generatorlar, ko'chkisimon diodlardagi generatorlar.
- quvvat bo'yicha:
  - past quvvatli;
  - o'rta quvvatli;
  - katta quvvatli.
- ekspluatatsion talablar bo'yicha:
  - harorat diapazoni bo'yicha
  - zarbga bardoshli.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Podstrigaev Alexey**, Проектирование СВЧ-устройств: практикум, Москва – 2018.
2. **В. Ф. Янушкевич**, Антенны и устройства СВЧ, Новополецк ПГУ-2009.
3. **В. Н. Васильев**, Электронные и квантовые приборы СВЧ, Москва - 1972.
4. **A.N.Aripov, I.M.Aripov**, Raqamli radioreleli uzatish tizimlari, Toshkent – 2015.
5. **G'А. Hakimov, A.A.Xalikov**, Xabarlarni uzatish tizimlari va qabul-nazorat asboblari, Toshkent – 2014.
6. **A. Abduazizov**, Elektr aloqa nazariyasi, Toshkent – 2015 .
7. **A.A. Tulyaganov, A.M. Nazarov**, Signallarni uzatish nazariyasi, Toshkent – 2018.
8. **D.A.Davronbekov, U.T.Aliev**, Teleradioeshittirishda uzatish va qabul qilish qurilmalari. O'quv darsligi, Toshkent – 2019 .

