

## UZOQ MASOFALI SIMSIZ NUQTADAN NUQTAGA RADIOTO‘LQINLI KO‘PRIK ORQALI TELEKOMMUNIKATSION ALOQA QAMROVI HOSIL QILISH

*Sultanov Tulkinjon Ibragimovich*

*Muxammad al-Xorazmiy nomidagi TATU mustaqil izlanuvchi doktoranti,  
“O'zbektelekom” AK Samarqand filiali direktori,*

*Xodjayev Djaxongir Baxtiyorovich*

*“O'zbektelekom” AK Samarqand filiali bo‘lim boshlig‘i,*

*Jo‘raqulov Abduxafiz Hasanovich*

*Muxammad al-Xorazmiy nomidagi TATU mustaqil izlanuvchi doktoranti,  
“O'zbektelekom” AK Samarqand filiali 1-toifali muhandisi.*

**Anotatsiya:** 802.11 Wi-Fi texnologiyasi odatda bir yuz metr maksimal masofaga ega simsiz kirish tarmoqlarini yaratish uchun ishlatiladi. To'g'ri rejallashtirish va mos antennalar yordamida, shu texnologiyadan nuqtadan-nuqtaga aloqalar yaratish uchun ham foydalanish mumkin, bu masofa bir necha kilometrni tashkil qilishi mumkin. Turli tarmoqlarni ulash uchun uzoq masofalarda kabellarni ishlatish har doim ham maqsadga muvofiq bo'lmaydi va aqlli bo'lmaydi, shuning uchun simsiz aloqalar uzoq masofali tarmoqlar yaratishda va tarmoq kengaytirilishini ta'minlashda simli aloqalarga nisbatan iqtisodiy jihatdan samarali bo'lishi mumkin.

Wi-Fi asosidagi nuqtadan-nuqtaga aloqalar ikki lokal tarmoq (LAN) segmentlarini ulash uchun ishlatilishi mumkin, bu esa iqtisodiy samaradorlik bilan bir qatorda, tarmoq kengaytirilishi va yuqori tezlik, markazlashtirilgan va oson boshqaruv, ko'zga ko'rinadigan (LOS) ilovalar uchun yuqori throughput kabi boshqa afzalliklarni taqdim etadi. Wi-Fi asosidagi nuqtadan-nuqtaga aloqa simsiz LAN masofasini bir necha yuz futdan bir necha milyagacha uzaytirishi mumkin, bu nuqtadan-nuqtaga aloqalar uchun yuqori yo'naltirilgan antennalardan foydalanish bilan yanada kengaytirilishi mumkin, va turli tashkilotlarda zaxira tarmoq sifatida xizmat qilishi mumkin. Shuning uchun biz universitet kampusi yoki tashkilot uchun soft private branch exchange (PBX) tizimini yaratdik, bu tizim internet orqali ovozli aloqa (VoIP) qo'ng'iroqlari va tezkor xabar almashish imkoniyatlarini taqdim etadi, Wi-Fi asosidagi nuqtadan-nuqtaga aloqalar g'oyasini amalga oshiradi. Bundan tashqari, biz berilgan tizimning sifatini (QOS) ma'lumotlar tezligi va ulanishi nuqtai nazaridan analiz qildik, bandwidth test va ping test yordamida TCP va UDP holatlari uchun.

**Kalit so'zlar:** Simsiz Nuqtadan-Nuqtaga Ko'prik Aloqa, LAN segmentlari, Soft PBX, VoIP, Tezkor Xabar Almashish, QOS.

## 1. Kirish

Ko'plab qishloq hududlari va rivojlanayotgan va rivojlangan mamlakatlarda past foydalanuvchi zichligi bilan yaxshi bog'lanish echimlari mavjud emas. Past zichlikdagi muhitlarda odamlar odatda kichik joylarda to'plangan, bu joylar orasida katta masofalar mavjud. Bunday muhitlarning misoli, turli bo'limlar yoki binolar orasida masofalar mavjud bo'lgan katta korxonalar yoki qishloqlar yoki shaharchalardir. Bunday holatlarda, an'anaviy bog'lanish variantlari iqtisodiy jihatdan samarali emas [1]. Fibro-optika uzoq masofali asosiy tarmoqlar uchun juda yaxshi tanlov bo'lishi mumkin. U yaxshi ishonchlilikni ta'minlaydi, ammo tarmoq kengaytirilishi uchun mos emas. Bundan tashqari, uning o'rnatish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari juda yuqori. Shunday qilib, past zichlikdagi muhitlar va intranet bog'lanishlari holatida, ular qimmatga tushadi va resurslar isrof bo'ladi. Sun'iy yo'ldosh texnologiyalari tarqatish trafiklari uchun juda samarali, lekin ikki yo'nalishli internet va intranet kirish va interaktiv aloqa uchun, ular throughputda jiddiy cheklovlarga ega va qimmat bo'ladi. An'anaviy mikrodalga aloqalari throughputni oshirish mumkin, lekin odatda litsenziyalanishni talab qiladi va shu sababli foydalanish uchun qimmat. Baza stansiyalari modeli bilan ishlaydigan tarmoqlar, masalan, Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) va mobil tarmoqlar, masalan, General Packet Radio Service (GPRS) va Code Division Multiple Access (CDMA) qimmat baza stansiyalarini o'z ichiga oladi, bu past zichlikdagi hududlarda etarlicha foydalanuvchilarni qamrab olmaydi va shu bilan resurslar isrof bo'lishiga olib keladi [2].

Simsiz mesh tarmoqlari odatda 802.11 Wi-Fi texnologiyasi yordamida tashkil etiladi va yuqori foydalanuvchi zichligi muhitlarida internet kirishini ta'minlash uchun xizmat qiladi. Ushbu simsiz mesh tarmoqlari bir yuz metr atrofidagi masofada Omni-directional Access Points (APs) yordamida hududni to'liq qamrab beradi. Lekin mesh tarmoqlari kattaroq hududlarga kengaytirilganda ikkita asosiy kamchilikka ega. Birinchidan, o'sib borayotgan tarmoqda APs sonining ortishi, Omni-directional antennalari bilan, bir-birini qamrab olishdagi aralashuvni oshiradi. Ikkinchidan, past darajadagi Omni-directional antennalardan foydalanish, hop uzunligini oshiradi, bu throughputning pasayishiga olib keladi [2]. Shunday qilib, foydalanuvchilar soni past bo'lgan hollarda, to'liq qamrovni ta'minlash yoki saytlarga simlarni tortish kabi an'anaviy yondashuvlar samarali emas. Muqobil variant uzoq masofali simsiz nuqtadan-nuqtaga aloqalarni ishlatish orqali faqat zarur joylarni qamrab olishdir. Bunday aloqalar Wi-Fi yordamida past narx va sozlash osonligi bilan amalga oshirilishi mumkin. Shunday qilib, past zichlikdagi muhitlar va ba'zi tashkilotlar uchun internet kirishi va intranet kommunikatsiyalari uchun eng yaxshi yechim Wi-Fi-ni ko'prik rejimida ishlatishdir, nuqtadan-nuqtaga va nuqtadan-ko'plab nuqtalarga aloqalarni taqdim etadi [1]. Wi-Fi asosidagi nuqtadan-nuqtaga aloqalar uzoq masofalarda aloqa ta'minlashda simli tarmoqlarga nisbatan iqtisodiy jihatdan samarali

ekanligini isbotlagan, ayniqsa qishloq hududlarda va korxonalar yoki binolar ichida. Wi-Fi asosidagi nuqtadan-nuqtaga aloqalar nisbatan arzon va tarmoq kengaytirilishi, yuqori tezlik, markazlashtirilgan va oson boshqaruv va ko'zga ko'rinadigan (LOS) ilovalar uchun yuqori throughput kabi bir qator afzalliklarni taqdim etadi. Wi-Fi asosidagi nuqtadan-nuqtaga aloqalar simsiz lokal tarmoq (WLAN) masofasini bir necha yuz futdan bir necha milyagacha uzaytirishi mumkin, yuqori yo'naltirilgan antennalardan foydalanish va ushbu nuqtadan-nuqtaga aloqalar uchun mos rejalashtirish bilan. Ular turli tashkilotlarda zaxira tarmoq sifatida ham xizmat qilishi mumkin. Shuning uchun, ushbu maqolada biz har qanday past zichlikdagi muhitda VoIP va tezkor xabar almashish xizmatlarini taqdim etadigan Wi-Fi asosidagi nuqtadan-nuqtaga aloqalar g'oyasini taklif etamiz.

Biz soft PBX tizimining bir uchida ushbu ilovalarni yoqish uchun serverni o'rnatamiz va boshqa uchida Wi-Fi asosidagi nuqtadan-nuqtaga aloqalarni ta'minlash uchun AP-larni sozlaymiz. Bundan tashqari, biz berilgan tizimning sifatini (QOS) ma'lumotlar tezligi va ulanishi nuqtai nazaridan analiz qilamiz, bandwidth test va ping test yordamida TCP va UDP holatlari uchun. Maqolaning qolgan qismi quyidagicha tashkil etilgan. II-bo'limda maqolada ishlatilgan terminologiya muhokama qilinadi va III-bo'lim tizim modeli haqida ma'lumot beradi. IV-bo'lim soft PBX tizimini tushuntiradi va V-bo'lim kuzatuvlarni taqdim etadi. VI-bo'lim maqolani yakunlaydi.

## 2. Bog'liq Terminologiya

### 2.1. Simsiz Ko'priklar

Bizning tizimimizda tarmoq segmentlarini nuqtadan-nuqtaga aloqalar orqali ulash uchun simsiz ko'priklardan foydalanamiz. Agar xabarlar tarmoqdagi har bir manzilga uzatilsa, LAN keraksiz trafik bilan to'lib ketadi, shuning uchun ko'priklar odatda LAN-ni segmentlarga ajratish va LAN segmentlarini o'zaro ulash uchun ishlatiladi. Ko'prik tarmoq yechimi murakkab konfiguratsiyalarni, masalan, IP marshrutlashni talab qilmaydi. Ko'prik tarmoq LAN segmentlarini boshqaradi va butun tarmoq uchun yagona subnet yaratadi. Ko'priklar Open System Interconnection (OSI) modelining ma'lumotlar ulanishi qatlamida ishlaydi. Ko'priklar qaysi manzillar qaysi tarmoq segmentida joylashganligini o'rganadi va keyingi xabarlarini to'g'ri tarmoq segmentiga yo'naltirish uchun oldindan belgilangan jadval yaratadi. Ko'priklar kelayotgan paketlarni tekshiradi va maqsadli media access control (MAC) manzilini oldindan belgilangan jadvalda qidiradi. Agar maqsadli MAC manzil oldindan belgilangan jadvalda topilsa, paket mos portga uzatiladi va agar maqsadli MAC manzil bir xil segmentda topilmasa, ko'prik uzatishni cheklaydi [3].

Simsiz ko'priklar ham xuddi shunday funktsiyaga ega va ikki LAN segmentini simsiz interfeys orqali, masalan, radio aloqasi orqali ulash uchun ishlatiladi, ularga bog'lanish va ma'lumotlarni uzatishni ta'minlashda yordam beradi. Simsiz ko'priklar odatda Ethernet tarmog'ini simsiz aloqalar orqali o'zaro ulash uchun ishlatiladi. Oddiy

qilib aytganda, simsiz ko'prik — bu ikki tarmoq segmentini uzoq masofalarda simlar bo'lmagan holda bir-biri bilan shaffof ravishda aloqa qilish imkonini beruvchi qurilma. Ular geografik jihatdan ajratilgan hududlarni, masalan, masofadagi binolarni asosiy binoga ulash uchun foydalanilishi mumkin, to'g'ri antennalardan va LOS dan foydalanib, 30 milyagacha masofada. Ikki joyni simsiz ko'prik orqali simsiz ulash, xuddi shu maqsad uchun optik tolalar yoki mis kabellarni o'rnatish va texnik xizmat ko'rsatishga qaraganda ancha iqtisodiy jihatdan samarali. Simsiz ko'priklar saytlarni simlar bilan ulash qiyin bo'lgan holatlarda bog'lanishni ta'minlaydi. Bundan tashqari, simsiz ko'priklar tarmoq kengaytirilishini juda oson amalga oshirish imkonini beradi, faqat qiziqarli joyda ko'prik rejimida ishlaydigan boshqa AP qo'shish orqali [4].

## 2.2. Simsiz AP-lar

Simsiz kirish punktlari (AP yoki WAP) WLANlarda maxsus sozlangan tugunlardir. Ular bir nechta simsiz qurilmalarni simli LAN-ga ulash uchun ishlatiladigan tarmoq qurilmalardir. AP-lar WLAN radio signalining markaziy uzatuvchisi va qabul qiluvchisi sifatida ishlaydi. Uy yoki kichik biznes tarmoqlarida ishlatiladigan AP-lar odatda kichik, maxsus qurilmalar bo'lib, ularda o'rnatilgan tarmoq adapteri, antenna va radio uzatgich mavjud. AP-lar 802.11 simsiz aloqa standartlarini qo'llab-quvvatlaydi. Odatda, WAP-lar "root rejimida" ishlaydi, bu nuqtadan-ko'p nuqtalarga konfiguratsiya bo'lib, AP ko'plab 802.11 stansiyalari va qo'shni Ethernet LAN o'rtasida ramkalarni uzatadi. Biroq, WAP-larda LAN segmentlarini nuqtadan-nuqtaga aloqada bog'lash uchun sozlanishi mumkin bo'lgan ko'prik rejimi ham mavjud. Simsiz ko'priklar LAN segmentlari o'rtasida ramkalarni uzatishda xuddi shu 802.11 simsiz aloqa standartlaridan foydalanadi [4].

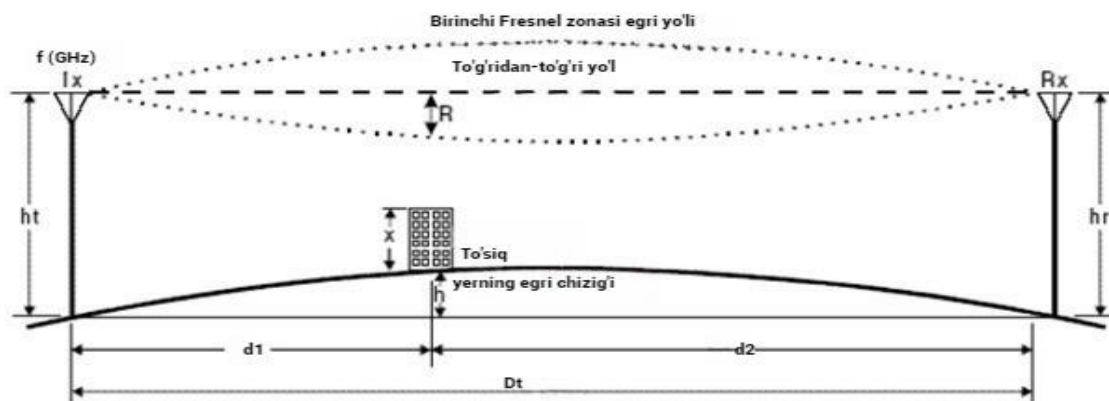
## 2.3. 802.11 Standartlari uchun FCC Qoidalari

Wi-Fi 802.11 standarti litsenziyasiz Industrial, Scientific and Medical (ISM) bandida ishlaydi, shuning uchun ushbu bandida ishlaydigan signal bir-biriga aralashishi mumkin. Shunday qilib, FCC tomonidan bu muammolarni hal qilish uchun ba'zi qoidalar belgilangan bo'lib, bu qoidalar signalning kuchi yoki Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) bo'yicha ba'zi cheklovlarni o'rnatadi. Bu qoidalar 2.4 GHz va 5 GHz ishlash chastotalari uchun, shuningdek, nuqtadan-nuqtaga va nuqtadan-ko'p nuqtalarga topologiyalar uchun turlicha. Ushbu loyiha doirasida, LAN segmentlari o'rtasida nuqtadan-nuqtaga aloqa 5 GHz bandida FCC tomonidan belgilangan cheklovlar doirasida amalga oshiriladi, ular shunday deydi: “30dBm maksimal uzatish kuchi uchun, 23dBi yo'naltirilgan antennadan foydalanish mumkin, nuqtadan-nuqtaga aloqalarda uzatgich kuchini kamaytirmasdan. Biroq, agar yo'naltirilgan antenaning kuchi 23dBi dan ortiq oshsa, antenna kuchi 23dBi dan ortiq oshishi uchun har bir 1dBi ortish uchun 1dB uzatish kuchining pasayishi talab qilinadi” [5].

## 2.4. Nuqtadan-nuqtaga aloqalarda fresnel zona o'chirilishi

Biz tizimimizda nuqtadan-nuqtaga aloqani o'rnatish uchun 5 GHz ISM bandidan foydalanamiz, bu elektromagnit spektrning mikrodalga hududida joylashgan. Mikrodalga aloqalari odatda LOS kommunikatsiyalari uchun ishlatiladi, chunki mikrodalgalarda juda yo'naltirilgan va to'g'ri chiziqlarda harakatlanadi. Ammo mikrodalgalarda energiyasi ingichka bo'lmaydi. Ular antennadan uzoqlashgan sayin tarqaladi. Signal tarqalgan hudud Fresnel zona deb ataladi.

Agar Fresnel zonada to'siq bo'lsa, radio signalning bir qismi to'g'ri chiziqqa yo'nalishdan egilib, qabul qiluvchi antennaga yetib boradigan radio chastotali (RF) energiyaning kamayishiga olib keladi. Fresnel zonalar transmitter, qabul qiluvchi va ular o'rtasidagi LOS atrofida konsetrik ellipslar sifatida ham ko'rilishi mumkin. Birinchi Fresnel zona mikrodalga uzatish energiyasi eng intensiv bo'lgan hududdir va u transmitter va qabul qiluvchi o'rtasidagi to'g'ridan-to'g'ri chiziqqa eng yaqin joyda joylashgan, 1-rasmda ko'rsatilgan. Birinchi Fresnel zonadagi to'siqlar hatto aloqa muvaffaqiyatsizliklariga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, mikrodalga nuqtadan-nuqtaga aloqa rejalashtirilganda Fresnel zona o'chirilishi eng muhim hodisa hisoblanadi. Nuqtadan-nuqtaga mikrodalga aloqa orqali zararsiz aloqa ta'minlash uchun birinchi Fresnel zonaning radiusi har qanday to'siqdan 60 foiz toza bo'lishi kerak. Ushbu Fresnel zona o'chirilishini uzatish va qabul qilish tomonlaridagi antenna balandliklarini sozlash orqali amalga oshirish mumkin [6].



Rasm 1. Fresnel zonalari

## 2.5. Nuqtadan-nuqtaga aloqa qurilmalari

LAN segmentlarini nuqtadan-nuqtaga ko'prik aloqasi orqali ulash uchun biz MikroTik SXT 5HnD qurilmalaridan foydalanamiz. Bu qurilmalar arzon narxlariga ega bo'lib, ko'p funktsiyali va yuqori tezlikka ega bo'lib, 5 GHz ISM bandida ishlaydi. Qurilmalarda 802.11a/n simsiz standartni qo'llab-quvvatlash, 26dBm uzatish kuchi, o'rnatilgan 16dBi dual chain antenna, 10/100 Ethernet porti kabi ko'plab muhim xususiyatlar mavjud. Ushbu qurilmalar o'zlariga xos simsiz protokoli bo'lgan Nv2 ni qo'llaydi, bu 802.11 simsiz chiplar bilan ishlash uchun mo'ljallangan.

Nv2 protokoli, uzoq masofali nuqtadan-nuqtaga aloqalar uchun Time Division Multiple Access (TDMA) texnologiyasiga asoslangan bo'lib, 802.11 qurilmalari uchun Carrier Sense Multiple Access (CSMA) texnologiyasidan farq qiladi. Nv2 protokoli AP da vaqtni qat'iy o'lchamdagi slotlarga bo'lib, media kirishni nazorat qiladi. Ushbu slotlar dinamik tarzda downlink (AP dan mijozlarga yuborilgan ma'lumot) va uplink (mijozlardan AP ga yuborilgan ma'lumot) qismlarida taqsimlanadi, AP va mijozlardagi navbat holatiga asoslanadi. Nv2 protokoli AP tomonidan media kirishi rejalashtiriladi, har bir mijoz uchun vaqt qanday foydalanilishi va vaqt qanday belgilanishi haqida ba'zi siyosatlariga asoslangan bo'lib, 802.11 standartlaridagi raqobatga asoslangan usullar bilan solishtirganda farq qiladi. Shuningdek, Nv2 da har bir ramka tasdiqlashlari yo'qligi sababli tarqalish kechikishi kamayadi. Nv2 protokoli, berilgan media foydalanishni maksimal darajada oshirish va har bir ramka yukini kamaytirish uchun ramka yig'ish va parchalashni amalga oshiradi. Qurilmalar shuningdek, 802.11n standartining MIMO xususiyatidan foydalanishni ta'minlaydigan yuqori throughput (HT) funksiyasini ham o'z ichiga oladi. HT zanjirlar 0 va 1 o'chirilgan holda uzatish va qabul qilish tomonlarda ishlatilsa, 2x2 antenna diversifikatsiyasi va fazoviy multiplexing amalga oshirilishi mumkin, bu qurilmaning throughput'ini sezilarli darajada oshiradi. "HT guard interval" opsiyasi yordamida, guard interval uzunligini sozlash orqali inter symbol interference minimallashtiriladi va kerakli throughput saqlanadi [9].

### 3. Tizim modeli

Nuqtadan-nuqtaga mikrodalga ko'prik aloqasi 1 km masofada joylashgan ikki binodagi LAN segmentlarini ulash uchun tashkil etilgan. To'g'ri uzatishlar uchun ikkala antenna to'g'ri yo'naltirilgan va Fresnel zonaning 60 foizi to'siqsiz bo'lishi kerak. Sayt so'roviga ko'ra, ikki bo'lim orasida to'siqlar mavjudligi aniqlangan, shuning uchun antenna ancha balandlikda o'rnatilishi kerak, shunda to'g'ri yo'l ta'minlanadi. Tizim modeli Rasm 2 da LAN segmentlarini nuqtadan-nuqtaga aloqani tashkil etish va intranet hamda internetga kirishni ta'minlash uchun turli qurilmalar qanday ulanishi ko'rsatilgan.

Aloqa tomonidagi AP ko'prik yoki AP sifatida sozlanadi, boshqa tomonda esa mijoz sifatida ishlaydi. Mijoz, switch/router bilan ulanishi mumkin, shuningdek, simli qurilmalar (masalan, kompyuterlar) va simsiz qurilmalar (laptoplar, telefonlar) ushbu simsiz aloqadan foydalanishi mumkin. Boshqa tomondagi AP ham switch/router ga ulangan bo'lib, IP PBX server VoIP aloqa va tez xabar yuborish uchun ulanishda foydalaniladi. Boshqa simli yoki simsiz qurilmalar ham intranet aloqalari uchun unga ulanishi mumkin. Switch/routerlar VoIP qo'ng'iroqlari/tez xabar yuborishlarni LAN segmentida uzatadi, APlar (AP yoki ko'prik rejimida sozlangan) VoIP qo'ng'iroqlari/tez xabar yuborishlarni boshqa LAN segmentiga uzatadi. Ethernet kabellari va Power over Ethernet (POE) adapter interfeys va kuchlanishni ta'minlash uchun ishlatiladi.



*Rasm 2. Simsiz nuqta-to'liq ko'priq tizim modeli."*

### 3.1. Qurilmalarni sozlash

Ulanishni ta'minlash uchun ikkita RouterBoard SXT G-5HnD aksess nuqtasidan foydalanamiz. Ulardan biri ko'priq (AP) sifatida, ikkinchisi esa stansiya ko'prigi (mijoz) sifatida sozlanadi. Qurilmalar grafika orqali Winbox dasturi yordamida sozlanadi. AP/mijoz tomonidagi qurilmalarga kirgandan so'ng, avval MAC va IP manzillari sozlanadi, so'ngra ular AP yoki mijoz sifatida aniqlanadi.

AP va mijozda turli interfeyslarni belgilash orqali simsiz nuqta-to'liq ulanish yaratiladi, manzilni hal qilish protokoli (ARP) yoqilgan bo'ladi. Nuqta-to'liq ulanishning simsiz xususiyatlari, masalan, diapazon, kanal kengligi, chastota va simsiz protokol AP va mijoz tomonida 5 GHz, 20 MHz, 5180 MHz va Nv2 sifatida sozlanadi. Mijoz tomonida FCC qoidalari talabiga muvofiq qo'lda uzatish quvvati 30 dBi ga sozlanadi. AP va mijoz tomonlarida barcha HT zanjirlari yoqilgan bo'lib, MIMO xususiyatini ta'minlaydi va qo'riqlash intervali 800 ns ga saqlanadi, bu esa simvolli aralashuvni oldini olish va yanada barqaror ulanishni ta'minlashga yordam beradi.

Simsiz nuqta-to'liq ulanish sozlangandan so'ng, LAN segmentining ikkala uchida ko'priq sozlamalarini amalga oshirish zarur. AP va mijoz tomonida, ko'priq aylanish tsikli (RSTP) protokoli foydalanilib, ko'priq aylanishini oldini olish uchun ikkita interfeys belgilangan: biri nuqta-to'liq ko'priq ulanishi uchun, ikkinchisi esa maxsus LAN segmentiga ulanish uchun. Qurilmalarga avtomatik IP manzilini taqdim etish uchun Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) ishlatiladi, bu soft PBX qo'ng'iroqlari va tezkor xabarlar uchun har bir LAN segmentiga ulanadi. Sozlama soft PBX serveriga ulangan AP qurilmasida amalga oshiriladi. Gateway DHCP uchun statik IP belgilangan va boshqa IP manzillar DHCP havzasidan dinamik tarzda, maksimal ijara muddati 3 kun bo'lgan holda ajratiladi.

#### 4. Soft PBX

PBX — kompaniyaga tegishli telefon almashish tizimi bo‘lib, kompaniya ichidagi foydalanuvchilar uchun kiruvchi va chiquvchi qo‘ng‘iroqlarni boshqaradi. Kompaniyalar faqat bitta liniyani ijaraga olishadi va ko‘plab odamlar uni foydalanadi, har birida turli raqamga ega telefon bo‘ladi, bu raqamlar uzatish raqami deb ataladi. PBX avtomatik ravishda kiruvchi qo‘ng‘iroqlarni kerakli uzatish raqamlariga yuboradi. PBX tashkilot ichida qo‘ng‘iroqlarni almashishi va tashqariga qo‘ng‘iroq qilish uchun jamoat telefon tarmog‘iga (PSTN) ulanishi mumkin.

An'anaviy PBX qimmat bo‘lishi mumkin, chunki u mis simlar va boshqa apparat uskunalari talab qiladi. Soft PBX (shuningdek IP yoki virtual PBX deb ataladi) — internet protokoli (IP) tarmog‘ida ovozni yuborish uchun ishlatiladigan telefon tizimi bo‘lib, an'anaviy PBX kabi dasturda ishlatiladi, ammo turlicha ishlaydi. U kompyuter PBX dasturi va ovoz orqali internet protokoli (VoIP) asosida bo‘lib, an'anaviy telefon apparat va mis zanjirlariga tayanmaydi. Soft PBX tizimi ma'lumotlar trafigi va ovoz qo‘ng‘iroqlari uchun yagona tarmoqdan foydalanadi, ikkalasi ham IP paketlariga o‘ralgan va tarmoq orqali uzatiladi, an'anaviy PBXdan farqli o‘laroq. Soft PBXning katta qismi dastur tomonidan boshqariladi, shuning uchun ular nisbatan arzonroq. Soft PBX tizimi uchta komponentdan iborat: telefonlar, soft PBX serveri va ixtiyoriy VoIP gateway. Telefonlar VoIPni qo‘llab-quvvatlashi kerak.

PCga o‘rnatilgan Soft PBX dasturi soft PBX serverining maqsadini bajarishi mumkin. VoIP gatewaylar ixtiyoriy bo‘lib, tashqi PSTNga ulanish uchun ishlatiladi. Soft PBX foydalanuvchilari o‘z sessiya boshlanish protokoli (SIP) manzilini, an'anaviy PBXdagi uzatish raqamlari kabi, soft PBX serveriga ro‘yxatdan o‘tishadi, bu server barcha foydalanuvchilar va ularning SIP manzillarining ma'lumotlar bazasini saqlaydi. VoIP telefon qo‘ng‘iroqlari IP telefoniya protokoli SIP yordamida o‘rnatiladi, o‘zgartiriladi va tugatilib, qo‘ng‘iroq qilish uchun serverga murojaat qilinadi. Qo‘ng‘iroq qilinayotgan tomonning raqami terilganda, telefonning IP manzili mos SIP manziliga xaritalanadi va maqsadga yuboriladi. PSTNga qo‘ng‘iroqlar VoIP gateway orqali yo‘naltiriladi.

Agar qo‘ng‘iroq soft PBX tarmog‘idan tashqarida bo‘lishi kerak bo‘lsa, server uni gatewaylarga yo‘naltiradi va ularni PSTNga yuboradi. Shuningdek, PSTNdan kelgan qo‘ng‘iroqlar gateway orqali serverga yo‘naltiriladi va server ular kerakli maqsadga yuboradi [8].

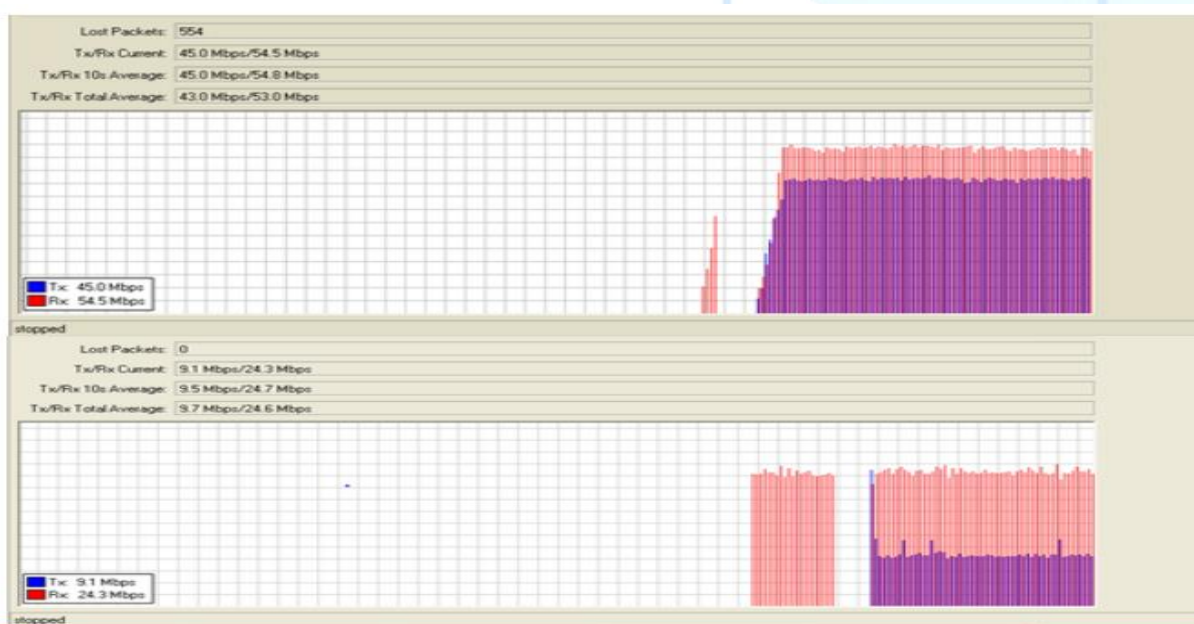
##### 4.1. VoIP qo‘ng‘iroqlari uchun

VoIP qo‘ng‘iroqlari uchun, Asterisk ishlatiladi, bu ochiq manba soft PBX dasturi bo‘lib, u an'anaviy vaqt bo‘linishi (TDM) texnologiyasi va paketli ovoz protokollarini (VoIP va Voice over Frame Relay) qo‘llay oladi. Asterisk to‘liq xususiyatli PBX sifatida ishlaydi va SIP telefonlarda qo‘ng‘iroqlarni aniqlash, qo‘ng‘iroqni kutish, qo‘ng‘iroqni qaytarish/busy, javobsiz qo‘ng‘iroqni qaytarish, ovozli pochta, eng arzon

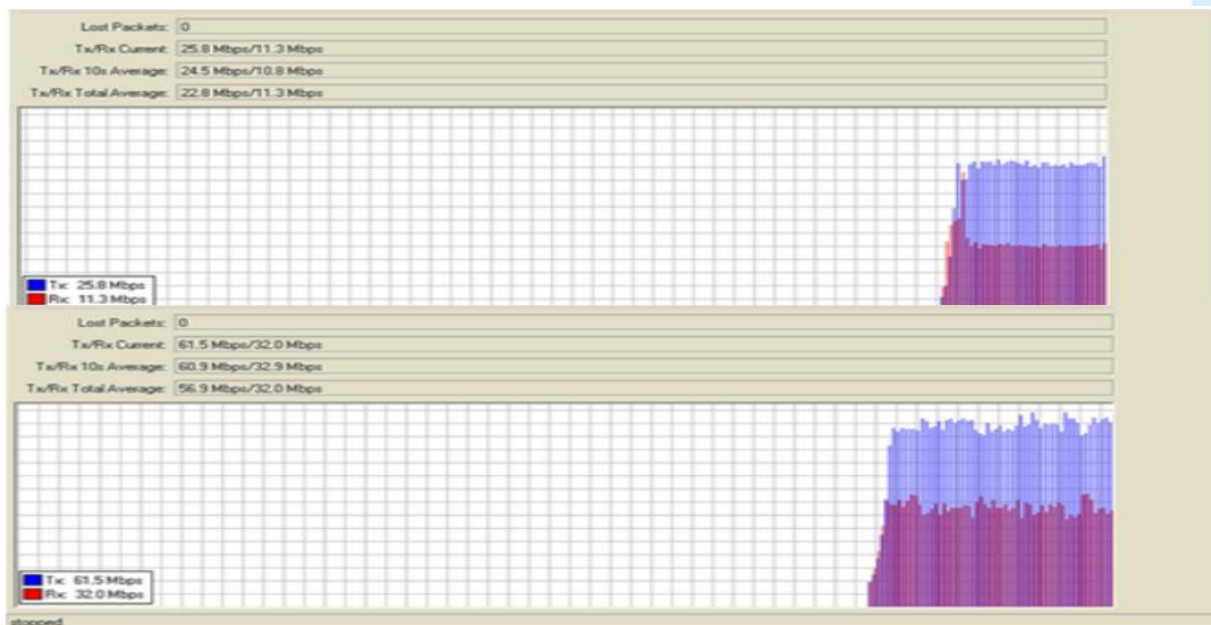


marshrutlash, qo'ng'iroqni konferensiya qilish kabi deyarli barcha an'anaviy qo'ng'iroq xususiyatlarini qo'llab-quvvatlaydi. Asterisk uchta VoIP protokolini qo'llab-quvvatlaydi: ikki sanoat standarti va biri maxsus Asterisk uchun. Inter-Asterisk almashinuvi (IAX) Asterisk tarmog'ida standart hisoblanadi.

Boshqa protokol Session Initiation Protocol (SIP) bo'lib, bu VoIP uchun Internet Engineering Task Force (IETF) standarti. So'nggi biri H.323 bo'lib, bu VoIP uchun Xalqaro Telekommunikatsiya Ittifoqi (ITU) standarti. Asterisk ko'plab kodeklar va fayl formatlarini, masalan, A-law, u-law, GSM 6.10, MP3, PCM, VOX va LCP-10ni qayta ishlashni ta'minlaydi [9]. Soft PBXni sozlash uchun, Asterisk10 va uning paketlarini Ubuntu Linux operatsion tizimiga yuklab olib, o'rnatamiz. SIP fayli SIP mijozlarini, ishlatiladigan kodeklarni, pochta manzillarini va boshqa parametrlarni belgilash uchun tahrirlanadi. Har bir SIP mijoz yoki foydalanuvchi uchun turli uzatish raqamlari belgilanadi va har bir telefonni autentifikatsiya qilish uchun umumiy parol ishlatiladi. Foydalanuvchi mavjudligini tekshirish har 60 soniyada amalga oshiriladi. Barcha kodeklar orasidan biz faqat u-law, A-law va GSM kodeklarini soft PBX tizimida ishlatamiz. Mailbox ovozli pochta xabarlarini uchun ishlatiladi, shunday qilib, 101 uzatish raqamiga ega foydalanuvchining ovozli xabarlarini 101@default da saqlanadi. Qo'ng'iroqlarni qabul qilish va yuborish uchun dial plan fayli yaratiladi, shunda buyruqlar quyidagi tartibda bajariladi: agar uzatish raqamiga qo'ng'iroq bo'lsa, qo'ng



Rasm 3. UDP va TCP uchun APda kenglik testi"



Rasm 4. UDP va TCP uchun mijozda kenglik testi"

Seq # / Host	Time	Reply Size	TTL	Status
0 192.168.88.2	6ms	50	64	
1 192.168.88.2	8ms	50	64	
2 192.168.88.2	8ms	50	64	
3 192.168.88.2	9ms	50	64	
4 192.168.88.2	8ms	50	64	
5 192.168.88.2	7ms	50	64	
6 192.168.88.2	5ms	50	64	
7 192.168.88.2	7ms	50	64	
8 192.168.88.2	7ms	50	64	
9 192.168.88.2	7ms	50	64	
10 192.168.88.2	6ms	50	64	
11 192.168.88.2	7ms	50	64	
12 192.168.88.2	8ms	50	64	
13 192.168.88.2	8ms	50	64	
14 192.168.88.2	4ms	50	64	
15 192.168.88.2	6ms	50	64	
16 192.168.88.2	6ms	50	64	
17 192.168.88.2	7ms	50	64	

Rasm 5. APda ping testi"

Seq # / Host	Time	Reply Size	TTL	Status
0 192.168.88.1	3ms	50	64	
1 192.168.88.1	27ms	50	64	
2 192.168.88.1	10ms	50	64	
3 192.168.88.1	32ms	50	64	
4 192.168.88.1	16ms	50	64	
5 192.168.88.1	14ms	50	64	
6 192.168.88.1	4ms	50	64	
7 192.168.88.1	16ms	50	64	
8 192.168.88.1	32ms	50	64	
9 192.168.88.1	21ms	50	64	
10 192.168.88.1	32ms	50	64	
11 192.168.88.1	9ms	50	64	
12 192.168.88.1	20ms	50	64	

Rasm 6. Mijozda ping testi"

### 5.1. Kenglik testi

Kenglik testi ulanishning ikkala tomonida, ya'ni uzatish va qabul qilishda, kenglik va ma'lumotlar tezligini olish uchun amalga oshiriladi. Kenglik testi ayni vaqtda

jo'natilgan paketlar soniga qarab paket yo'qotilishlarini ham beradi. TCP va UDP protokollarida kenglik testi ikki xil holatda o'tkaziladi, chunki ular ma'lumotlar tezligi va paket yo'qotilishi bo'yicha turlicha natijalarni beradi.

AP qurilmada o'tkazilgan kenglik testi natijalari Rasm 3 da ko'rsatilgan. UDP va TCP uchun ikkala tomonda, uzatilgan va qabul qilingan paket o'lchami 1500 bit bo'lganda natijalar olinadi. UDP uchun QOS tahlili uzatish tezligi 45 Mbps va qabul qilish tezligi 54.5 Mbps bo'lib, ikkala tomon uchun umumiy ma'lumotlar tezligi taxminan 99.5 Mbpsni tashkil qiladi, bu esa bir vaqtning o'zida bir nechta ovozli qo'ng'iroqlar va ma'lumotlar uzatishni ta'minlaydi. 1500 bitli paket o'lchamida, ikkala tomonda, ikkilamchi ma'lumotlar tezligi 99.5 Mbps bo'lganda, deyarli 66,333 paket har soniyada uzatiladi, ulardan 554 tasi vaqtida yo'qoladi. Shuning uchun, paket yo'qotilishi hech qachon 1 foizdan oshmaydi, bu esa ovozli qo'ng'iroqlar va ma'lumotlar uzatish uchun optimal hisoblanadi. TCP uchun paket yo'qotilishi 0 bo'lib, TCP ulanish orientatsiyalangan ishonchli protokol bo'lib, har bir uzatilgan paket tasdiqlanadi va hech qanday paket yo'qolmaydi. Biroq, bir nechta tasdiqlar tufayli ma'lumotlar tezligi uzatish tomonida 9.1 Mbps, qabul qilish tomonida 24.3 Mbpsga pasayib, ikkala tomon uchun umumiy ma'lumotlar tezligi 39.4 Mbpsni tashkil qiladi. Biroq, ma'lumotlar tezligi bir vaqtning o'zida bir nechta ovozli qo'ng'iroqlar va ma'lumotlar fayllarini yuborish uchun hali ham yetarli. Mijoz qurilmada o'tkazilgan kenglik testi natijalari Rasm 4 da ko'rsatilgan. UDP uchun natijalar uzatish tomonida ma'lumotlar tezligi 61.5 Mbps va qabul qilish tomonida 32 Mbpsni tashkil etadi, bu ikkala tomon uchun umumiy ma'lumotlar tezligi 93.5 Mbpsni beradi, bu esa bir vaqtning o'zida bir nechta ovozli qo'ng'iroqlar qilish uchun optimal hisoblanadi va UDP protokoli uchun paket yo'qotilishi nolni tashkil qiladi. Mijoz tomonidagi TCP protokoli natijalari samarali ma'lumotlar tezligi uzatish tomonida 25.8 Mbps va qabul qilish tomonida 11.3 Mbpsga kamayganini ko'rsatadi, bu ikkala tomon uchun umumiy ma'lumotlar tezligi 37.1 Mbpsni tashkil qiladi. Paket yo'qotilishi ishonchlilik sababli nolni tashkil qiladi.

## 5.2. Ping testi

Ping "Packet Internet Gofer" so'zlarining qisqartmasidir. Ping Internet Control Message (ICMP) protokoli orqali ishlaydi va tarmoqdagi nisbiy ulanishni tekshiradi. Shunday qilib, ping testi ulanishni tekshirish va paketni maqsadga yuborish va maqsaddan javob paketini olish uchun o'rtacha kechikish vaqtini aniqlash uchun amalga oshiriladi. Ping testi AP va mijoz qurilmalarda ikkala uchida ham ulanish va kechikishni tekshirish uchun amalga oshiriladi. APda ping testi uning mijoz bilan ulanishini tekshirish uchun o'tkaziladi.

AP qurilmada o'tkazilgan ping testi natijalari Rasm 5 da ko'rsatilgan. Yuborilgan paketlar va ping javoblarining ping statistikalaridan ko'rinib turibdiki, o'rtacha kechikish 7 ms dan oshmaydi, bu esa bir vaqtning o'zida bir nechta ovozli

qo'ng'iroqlar va ma'lumotlar uzatish uchun juda mos keladi. Ping javoblaridagi uzluksizlik ham ovozli qo'ng'iroqlar uchun ulanishning ishonchliligini kafolatlaydi. Mijozda ping testi AP mijoz bilan ulanishini va paketlarni uzatish va qabul qilishdagi kechikishni tekshirish uchun amalga oshiriladi. Mijoz qurilmada o'tkazilgan ping testi natijalari Rasm 6 da ko'rsatilgan. Natijalar ko'rsatadiki, ulanish uchun minimal kechikish 3 ms va o'rtacha kechikish 18 ms. Bu kechikish AP qurilmada o'tkazilgan ping testi bilan solishtirganda biroz katta, ammo ovozli qo'ng'iroqlar va tezkor xabarlar uchun QOS talablarini qondiradi.

## 6. Xulosa

Ushbu ishda biz LAN segmentlarini 1 km masofada ulangan va soft PBX yordamida VoIP va tezkor xabarlar xizmatlarini taqdim etadigan simsiz nuqta-to'liq ko'prik ulanishidan foydalanamiz. Simsiz ko'prik ulanishi litsenziyalanmagan diapazonda ishlashiga qaramay, interferensiya va ishonchlik yetishmovchiligidan aziyat chekishi mumkin, ammo bu kamchiliklarni to'g'ri rejalashtirish bilan sozlash mumkin. Simsiz ko'prik ulanishi arzonligi, mos ma'lumotlar tezligi, oson o'rnatish, oson muammolarni hal qilish va past zichlikdagi muhitlar uchun kengaytirish kabi ajoyib afzalliklarni taqdim etishi mumkin.

### Adabiyotlar:

- [1] Wireless Revolution. (2016) Wireless Revolution on Economist.[Online].Available:<http://www.economist.com/node/9080024>.
- [2] Point to Point Broadband Wireless for Enterprise. (2016) White paper on Point to Point Broadband WirelessforEnterprise.[Online].Available:[http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/solutions/industry\\_solutions/education/motowi4/\\_documents/sttic\\_files/ne\\_wb\\_enterprise\\_wp\\_us\\_r4\\_new.pdf](http://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/solutions/industry_solutions/education/motowi4/_documents/sttic_files/ne_wb_enterprise_wp_us_r4_new.pdf).
- [3] Jeffrey S. Beasley, Networking, 2nd ed., New Mexico State Univ., USA: Prentice Hall, 2008.
- [4] Understanding Wireless Bridging and WDS. (2016) on Connect802.[Online].Available:[http://www.connect802.com/wireless\\_bridging.html](http://www.connect802.com/wireless_bridging.html).
- [5] FCC Rules. (2016) the fcc-rules on afar tutorials. [Online].Available: <http://www.afar.net/tutorials/fcc-rules>.
- [6] Fresnel Zone. (2016) Fresnel Zone on Digital Air Wireless. [Online].Available:<http://www.digitalairwireless.com/wireless-blog/recent/fresnel-zones-what-are-they-and-why-arethey-so-important.html>.
- [7] Mikrotik. (2016) Wireless Workshop on Mikrotik. [Online].Available:<http://mum.mikrotik.com/presentations/US12/uldis.pdf>.
- [8] IP PBX. (2016) IP PBX on Asterisk Applications. [Online].Available:<http://www.asterisk.org/getstarted/applications/pbx>.
- [9] Mark Spencer, "Introduction to the Asterisk Open Source PBX," Libre Software Meeting, France, Linux Support Services Inc., 2002.
- [10] Openfire. (2016) Openfire 4.0.2 on igniterealtime. [Online].Available:<https://www.igniterealtime.org/projects/openfire>.