

**РАЗРАБОТКА НА МОДЕЛ ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА ГЛАС ЧРЕЗ
ИНТЕРНЕТ ПРОТОКОЛ В МРЕЖАТА НА ТЕХНИЧЕСКИ
УНИВЕРСИТЕТ - ГАБРОВО****DEVELOPMENT OF AN INTEGRATION MODEL FOR VOICE OVER
INTERNET PROTOCOL IN THE TECHNICAL UNIVERSITY OF
GABROVO'S NETWORK**

Miroslav Stoyanov Slavov
Technical University of Gabrovo

Abstract

Voice over Internet protocol (VoIP) is a cheap technology, which allows voice services in different institutions. Advantage of this service is using of existing data network. That makes VoIP cheap alternative of Public switched telephone network (PSTN). VoIP may use hardware and software phones. Software phones make VoIP even cheaper, because addition investments for phones are not necessarily. But PSTN is main network for developing voice services it is necessarily for VoIP to be integrated with PSTN. This integration is possible by using devices, called gateways. This device transmit information between VoIP and PSTN and vice versa.

Keywords: VoIP, PSTN, Computer network, PBX, IP phones.

ВЪВЕДЕНИЕ

Интернет телефония или IP телефония, или съкратено от английски VoIP (на английски: Voice over Internet Protocol, Voice over IP - глас чрез Интернет протокол) е технология, която позволява пренасянето на глас (телефония) благодарение на инфраструктурата на Интернет. Терминът може да се отнася до връзка между два компютъра, два телефонни апарата, или компютър и телефонен апарат, стига сигналът да се пренася в част от пътя си чрез IP пакети. [3]

ИЗЛОЖЕНИЕ

Първата технология за телефония през Интернет е представена през февруари 1995 г. от VocalTec. Предложеният интернет телефон е примитивен в сравнение с наличните технологии днес. Софтуерът е оригинално замислен да работи на компютър 486 с 33 MHz процесор или по-висок, чрез който потребителят ще разговоря с друг потребител, използвайки модема на компютъра,

звукова карта, (високоговорител и микрофон). В процеса на трансфер, софтуерът трансформира (компресира) гласа, който е говорен в микрофона. След това компресираният глас се транспортира чрез IP пакети като данни във формат на стандартна интернет сесия. С тази технология обаче разговорът е ограничен само до два компютърни потребителя (компютър към компютър).

Около година по-късно, през март 1996 г., отново компанията VocalTec обявява, че ще работи с други фирми за производство на хардуер наречен Voice Gateway, който да позволява аудио връзки между интернет телефон и телефон от публичната комутируема телефонна мрежа (PSTN). Все пак остава едно предизвикателство, а именно как да се адресира и достигне до потребител на компютър, разположен където и да е по света. За тази цел потребителят трябва да знае IP-адреса на отдалечения компютър, а той не е лесно откриваем, ако не е имало предшествуващ контакт с него. Voice Gateway търси друг такъв, в който да е съхранен телефонният номер на търсения потребител. Теле-

фонен номер се намира по-лесно от IP-адрес. По този начин функционалността на Voice Gateway се справя едновременно с препятствията на свързването на мрежата и адресирането [1].

Изисквания за широчина на честотната лента

В традиционния гласов свят една единствена наета T1 линия се използва за пренасяне на 24 телефонни повиквания от обществената комутируема телефонна мрежа (PSTN). Тези повиквания с частна T1 връзка от точка до точка могат да компресират гласа до по-малко от 8 kbps за по-голяма ефективност, но качеството може да спадне. Трите най-често срещани модулационни схеми за кодиране на гласа са [2]:

$64 \text{ kbps (PCM)}/1,544 \text{ Mbps} = 24$ едновременни повиквания по T1 линия;

$32 \text{ kbps (ADPCM)}/1,544 \text{ Mbps} = 48$ едновременни повиквания по T1 линия;

$8 \text{ kbps (CELP)}/1,544 \text{ Mbps} = 120$ едновременни повиквания по T1 линия.

(PCM – Pulse Code Modulation, Импулсно-кодова модулация;

ADPCM – Adaptive differential pulse-code modulation, Адаптивна диференциална импулсно кодова модулация;

CELP – Code Excited Linear Prediction, Линейно предсказване с кодово възбуждане).

Ефективността е основният въпрос за WAN връзката. Използването на честотната лента и гласовата компресия играят важна роля при предоставянето от WAN.

Изисквания за широчина на честотната лента по IP

Какво е необходимо, за да се поддържа традиционният глас в мрежите за данни? Концепцията за комбиниране на глас в мрежата за данни е проста, защото гласовият трафик използва много по-малко трафик от традиционните компютърни мрежи, базирани на LAN. Едно единствено качествено телефонното повикване през публичната мрежа използва 64 kbps във всяка посока - това е само 0,0625% от 100 Mbps двупосочна връзка.

При 100 Mbps Ethernet мрежа, всяко гласово повикване отнема до 85,6 kbps (64 kbps + IP header + Ethernet header) във всяка посока, като могат да се поддържат до 1

160 обаждания през връзка пълен дуплекс. През Gigabit гръбнак могат да се обработват до 11 600 обаждания едновременно.

Ако честотната лента е единственият проблем, мрежите за IP телефония, основащи се на LAN, биха били разгърнати преди години. Но други основни елементи, като „гладните“ за честотна лента бизнес приложения, напредъкът в телефонните технологии и претовареността на мрежата са основните пречки. Повечето от тези проблеми са разрешени с по-нова VoIP технология, качество на обслужването (Quality of Service – QoS) и използването на мениджъри на честотната лента или сложни схеми за включване в опашка, прилагани в LAN и WAN.

Качество на гласа

През годините качеството на гласа е много субективно: вдигането на телефона и слушането на качеството на гласа. Ако има двама различни потребители на едно и също обаждане, може дори да се получат отчети с различни резултати. След години на изследване са записани и оценени човешки модели на поведение, които установяват обективно измерване на качеството на повикванията.

Водещото субективно измерване на качеството на гласа е Средната оценка от мнения (Mean Opinion Score - MOS), която е определена в препоръката P.800 на Международния съюз по далекосъобщения (ITU). Съпоставянето между характеристиките на мрежата и оценките за качество направи MOS ценна за извършване на оценки на мрежата и настройка.

Резултатът от MOS може да варира от 5 (много доволен) до 1 (не се препоръчва), но трябва да се има предвид, че всеки гласов кодек има референтен резултат, базиран на няколко фактора, включително забавяне от пакетиране и присъщото влошаване, което се получава при преобразуване на гласа в цифров сигнал. Най-високата оценка за MOS, която всеки кодек може да получи, е 4,5. На всеки кодек се дава стойност на MOS, базирана на всички известни намалявания за скоростта на преобразуване, качеството на говора и характеристиките за загуба на данни.

В табл. 1 е даден списък на най-често използваните кодеци, прилагани днес за VoIP, и тяхната теоретична максимална стойност за MOS.

Табл. 1. Най-често използваните кодеци, прилагани днес за VoIP [2]

Кодек	Стандартна скорост на данните	Време между пакетите	Забавяне от пакетизиране	Стандартно забавяне от джитер в буфера	Теоретичен максимален MOS
G.711u	64 kbps	20 ms	1.5 ms	2 datagrams (40 ms)	4.4
G.711a	64 kbps	20 ms	1.5 ms	2 datagrams (40 ms)	4.4
G.729	8 kbps	20 ms	15.0 ms	2 datagrams (40 ms)	4.07
G.723.1 MPMLQ	6.3 kbps	30 ms	37.5 ms	2 datagrams (60 ms)	3.87
G.723.1 ACELP	5.3 kbps	30 ms	37.5 ms	2 datagrams (60 ms)	3.69

Всяка мрежа ще има различна стойност на MOS, базирана на QoS, забавяне и кодек, който се прилага в IP мрежата. Когато се доставя IP телефония, целта е мрежата да поддържа максимална стойност на MOS и да се постигне най-добро качество за гласовия трафик. Всички MOS стойности над 4.0 се считат за достатъчни за говор.

Конвертиране на глас в пакети данни

Цифрови сигнални процесори (DSP) - основни за гласовите кодиращи устройства - влизат в системите за IP телефония. DSP е специализиран процесор, който се използва в продължение на много години в други телефонни приложения, като мобилни безжични мрежи. DSP трябва да бъде много бърз поради операциите с интензивно изчисление, необходими за обработка на типично телефонно обаждане. По същество DSP е това, което преобразува аналоговите гласови сигнали в пакети данни, за да могат да бъдат транспортирани през IP-базирана мрежа.

DSP работи, като изяснява или стандартизира нивата или състоянията на цифровия сигнал. DSP веригата е в състояние да прави разлика между създадени от човек сигнали, които са подредени, и шум, който по своята същност е хаотичен.

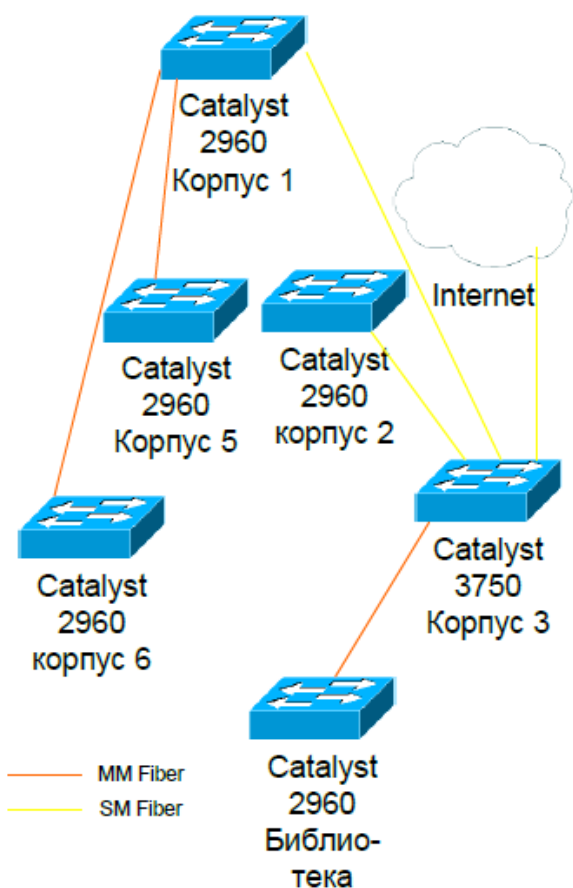
Обикновено алгоритъмът за гласово кодиране, използван за IP телефония или VoIP в LAN среда, е G.711, който разделя гласовия поток на пакети със скорост 64 kbps. Това се счита за качество за таксуване. Някои от другите по-широко достъпни гласовите кодиращи алгоритми/ компресори на пазара са кодеците G.729a и G.723. Кодеците G.729a и G.723 обикновено се използват за WAN връзки, при които широчината на честотната лента е недостатъчна и компресията на глас е изисквана. Повечето доставчици, които поддържат IP телефония, препоръчват кодек G.729a поради по-високото качество спрямо G.723, което де факто го прави стандарт за WAN връзки, работещи с IP телефония.

ОПИСАНИЕ НА СЪСТОЯНИЕТО НА КОМПЮТЪРНАТА МРЕЖА

Компютърната мрежа на технически университет – Габрово свързва отделните корпуси на университета, разположени в различни сгради, използвайки топология разширена звезда. Мрежата е разположена в шест отделни сгради: корпус 1 (Ректорат), корпус 2 (Баждар), корпус 3, корпус 5, корпус 6 и библиотека. Във всяка сграда има изградена локална мрежа, работеща на 100 Mbit/s, като всяка сграда разполага с опорен комутатор. Зад опорния комутатор е свързан комутатор за всеки етаж, а към етажните комутатори са свързани лабораториите и кабинетите в корпуса. Всеки корпус е отделна IP мрежа [1].

Отделните сгради са свързани с оптични кабелни трасета, както следва:

- Библиотека-Корпус 3 - 4 fiber Multimode 50X125 μ m;
- Корпус 3 - Корпус 2 - 12 fiber Single Mode 9X125 μ m;
- Корпус 3 - Корпус 1 - 12 fiber Single Mode 9X125 μ m;
- Корпус 1 - Корпус 5 - 4 fiber Multimode 50X125 μ m;
- Корпус 1 - Корпус 6 - 4 fiber Multimode 50X125 μ m;



Фиг. 1. Гръбначен сегмент на мрежата [1]

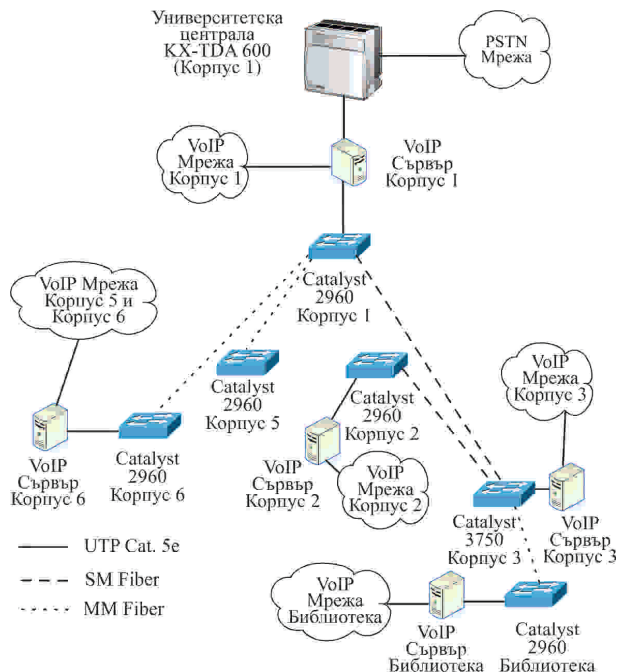
Моделите на опорните комутатори на корпусите са както следва:

- Корпус 1 - Cisco Catalyst 2960G-24TC-L;
- Корпус 2 - Cisco Catalyst 2960G-24TC-L;
- Корпус 3 - Cisco Catalyst 3750 с 1 Gbit/s SFP модули;
- Корпус 5 - Cisco Catalyst 2960G-8TCL;
- Корпус 6 - Cisco Catalyst 2960G-8TCL;
- Библиотека - Cisco Catalyst 2960G-8TC-L.

Връзката до всеки корпус е на скорост 1Gbit/s. Интернет връзката на организацията е оптична на два независими порта със скорост 1 Gbit/s и се намира в Корпус 3. В мрежата няма въведена дисциплина за качество на обслужването, така че всички видове трафик се обслужват с еднакъв приоритет. Въведената преди две години система за мрежово наблюдение показва, че всеки от гръбначните сегменти е натоварен между 50 и 80% през работните дни, а рядко достига и максимално натоварване от около 90-95% [1].

РАЗРАБОТКА НА МОДЕЛ ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА VOIP

На фиг. 2 е представен модел, който може да се използва за внедряване на глас по Интернет протокол в телефонната мрежа на технически университет – Габрово



Фиг. 2. Схема за внедряване на VoIP в телефонната мрежа на ТУ - Габрово

На територията на корпус 1 е разположена учрежденската телефонна централа, която в момента, обслужва телефонната мрежа на територията на ТУ-Габрово. Тази телефонна централа е хибридна IP централа. Тя може да поддържа както линии, обслужващи аналогови и цифрови телефонни линии, така и линии, поддържащи глас по Интернет протокол. Тази телефонна централа ще осъществява ролята на шлюз, който ще прехвърля разговорите между съществуващата телефонна мрежа и новата VoIP телефонна мрежа.

VoIP телефонията ще използва съществуващата мрежа за данни, в която допълнително трябва да се въведе и качество на обслужването, което да гарантира безпроблемното провеждане на VoIP телефонни разговори. VoIP телефонията ще бъде осигурена от сървъри на територията на всеки един от учебните корпуси, като ще се използва изградената в сградите мрежа за данни. Предвижда се сървърите да управляват VoIP трафика, използвайки софтуерна

IP телефонна централа ЗСХ. Тази софтуерна централа е с отворен код, базирана на операционна система Windows, което я прави удобна и лесна за използване и внедряване в съществуващата мрежа. Всяка учебна сграда ще разполага със собствен VoIP сървър, с изключение на Корпус 5, трафика от който ще бъде управляван от сървъра, поставен в Корпус 6. Всеки от тези сървъри ще управлява трафика вътре в сградата, както и този, който ще се предава към останалите сгради. При нужда сървърите ще предават трафика към шлюза, реализиран в учреденската централа, за да се осъществи връзката с постове, управлявани от нея. На този етап се предвижда гласовия трафик, предназначен за абонати извън ТУ-Габрово да преминава през шлюза (КХ-ТДА 600). Всеки един абонат би могъл да използва както хардуерен, така и софтуерен телефон, инсталиран на персоналния му компютър.

Като протокол за синхронизация и пренос на служебна информация, ще се използва Протокола за инициализиране на сесии (Session Initialization Protocol – SIP). Избира се този протокол, тъй като той предлага по-голяма гъвкавост с по-малко инвестиции, поддържа се от широка гама устройства, както сървъри за управление, така и IP телефони (софтуерни и хардуерни). Връзките между сървърите ще бъдат организирани като SIP trunk линии.

За всяка една сграда ще бъде разработен номерационен план, базиран на номера на сградата. Освен това ще бъдат избрани и цифри, които да позволят на абонатите да преминават през шлюза и да се свързват с телефонната мрежа на територията на ТУ-Габрово, както и с абонати извън територията на университета.

След като се разработи номерационния план, първите цифри на телефонния номер ще показват дали повикването трябва да се обработи локално или ще трябва да се прехвърли за обработка към сървър в друга сграда.

Препоръчвания от производителите алгоритъм G.711 изисква максимум 64 kbps във всяка посока. Това означава, че VoIP телефонията ще изисква максимална скорост от 128 kbps. Съществуващата мрежа за пренос на данни удовлетворява това изискване за предаването на глас, като в сградите мрежата е изградена да поддържа скорост на връзката от 10 Mbps и 100 Mbps, а връзката между сградите е изградена с оптично влакно и скорост от 1 Gbps.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия доклад е предложена модел за внедряване на глас по Интернет протокол в мрежата на ТУ - Габрово. Този вид услуга ще позволи да се използва алтернатива на съществуващата ведомствена телефонна мрежа, която да позволи и добавянето на нови услуги без необходимостта от значителни инвестиции. Предложената схема на разположение на устройствата е съобразена с особеностите на мрежата за данни и разположението на сградите в ТУ - Габрово. На този етап поради липсата на схема за качество на обслужването и поради редица особености на мрежата за данни, реализирането на схемата няма да доведе до значително подобряване на телефонните услуги в университета.

REFERENCE

- [1] Genkov, D., M. Slavov, P. Penchev, Development of a quality of service model for the Technical University of Gabrovo computer's network, UNITECH'12, Gabrovo, 16-17 November 2012, pp I-550 – I-554.
- [2] IP Telephony Design Guide, An Alcatel White Paper, April 2003.
- [3] https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D1%82_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%84%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D1%8F (last visited on 06.10.2017 г.).